UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA:

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

INGENIERO ELECTRÓNICO

TEMA:

DISEÑO DE UNA RED WLAN PARA LA PARROQUIA LLOA DE LA CIUDAD DE QUITO

AUTOR:

BYRON XAVIER BENÍTEZ TORRES

DIRECTOR:

LENIN WLADIMIR AUCATOMA GUAMÁN

Quito, febrero 2019

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Byron Xavier Benítez Torres, con documento de identificación N° 1718011065, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación intitulado: "DISEÑO DE UNA RED WLAN PARA LA PARROQUIA LLOA DE LA CIUDAD DE QUITO", mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

.....

Nombre : Byron Xavier Benítez Torres

Cédula : 1718011065

Quito, febrero de 2019

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo, Lenin Wladimir Aucatoma Guamán, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación: "DISEÑO DE UNA RED WLAN PARA LA PARROQUIA LLOA DE LA CIUDAD DE QUITO", realizado por Byron Xavier Benítez Torres, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, febrero 2019

.....

Lenin Wladimir Aucatoma Guamán

C.I.: 1717985830

DEDICATORIA

Este proyecto técnico dedico especialmente a todas las personas que pusieron un granito de ayuda, esfuerzo y preocupación para finalizarlo. A mi padre a mi madre que han sido mi fortaleza, con su cariño, sabiduría y sobre todo su apoyo incondicional en los momentos más difíciles que he estado y por eso puedan ver uno de tantos objetivos cumplidos que me he trazado en mi vida. A mi hermano Geova que es mi ídolo y siempre serás un ejemplo a seguir.

A mis abuelitos que desde el cielo me han brindado su bendición, a Daniel, Fernando, Antoñito, Mr. Jack; que tienen un lugar privilegiado en mi corazón, en fin, a toda mi familia gracias por ser parte de mi vida.

Dios bendito una plegaria para ti por ser tan bondadoso conmigo.

Byron Xavier Benítez Torres

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana, que me permitió ser parte de ella y así poder culminar mi carrera, sin olvidar a todos los docentes que supieron brindarme todo su conocimiento y apoyo en esta vida estudiantil.

Agradezco de igual manera a mi tutor Lenin Aucatoma, por la oportunidad de recurrir a su conocimiento académico y por ser demasiado paciente, pero a la vez correcto y sincero, guiándome hasta finalizar este proyecto, gracias amigo.

Agradezco a DTV – Telecom; por ser los que me guían en el mundo profesional siendo una constante de aprendizaje en el día a día.

Finalmente, agradezco a todos mis amigos, compañeros; que estuvimos en las buenas y en las malas, convirtiéndonos en un apoyo incondicional.

Byron Xavier Benítez Torres

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

RESUMEN

El presente proyecto tiene como propósito elaborar un diseño que ofrece el servicio de Internet aplicando tecnología WiFi para la parroquia Lloa de la ciudad de Quito, brindando una conectividad y movilidad adecuada y de calidad que ofrece una red inalámbrica ya que esta tecnología se ha implementado décadas atrás en los países desarrollados como Europa y the USA, teniendo un gran apogeo de la misma ya que es muy útil y práctica, pasando de ser una novedad a una necesidad de prioridad máxima para todos los ciudadanos y en especial los jóvenes de Lloa que se encuentran en constante aprendizaje ya sea en sus respectivas escuelas, colegios y sobre todo en las universidades ya que estas exigen un alto requerimiento de información, sin olvidar otros motivos como: laborables, viajes, familiares, etc.

El objetivo principal del proyecto es disminuir la brecha tecnológica en la que se encuentra sumergida la parroquia, logrando que las personas puedan navegar por el ciberespacio sin la necesidad de cables. Seleccionar equipos electrónicos que se adapten al sitio, ya que es un lugar montañoso debido a su localización geográfica y el área de cobertura dependerá de las características que posean dichos dispositivos, permitiendo ofrecer comodidad y un servicio eficaz. Elaborar un análisis de costos mediante TIR (Tasa de Rendimiento Interno) y VAN (Valor Actual Neto) para determinar un rango de costos del proyecto, tener un balance de rendimiento de los equipos que se van a emplear en dicho diseño y determinar si es fiable el mismo.

Palabras Claves: Diseño, WiFi, Lloa, red, internet.

ABSTRACT

This project has as purpose to develop a design that offers Internet service using WiFi technology for Lloa province of the Quito city, providing connectivity and adequate mobility and quality offered by a wireless network since this technology has been implemented for decades. back in developed countries such as Europe and the USA, having a great height of it since it is very useful and practical, going from being a novelty to a need of maximum priority for all citizens and especially the young people of Lloa They are in constant learning either in their respective primary schools, schools specially universities since they demand a high level of information they must look into it all of the time without forgetting other reasons such as: work, travel, family, etc. The main objective of the project is to reduce the technological gap in which the parish is submerged, allowing people to navigate through cyberspace without the need for cables. Selecting electronic equipment that adapts to the site, since it is a mountainous place due to its geographical location and the coverage area will depend on the characteristics of these devices, allowing to offer comfort and an efficient service. Prepare a cost analysis using TIR (Internal Rate of Return) and VAN (Net Present Value) to determine a range of project costs, have a performance balance of the equipment that will be used in the design and determine if it is reliable.

Keywords: Design, WiFi, Lloa, network, internet.

INTRODUCCIÓN

Las redes inalámbricas a nivel mundial han evolucionado a pasos exponenciales tratando de brindar un mejor servicio a las personas para que puedan tener una mejor conectividad entre sus dispositivos electrónicos y el internet; en el Ecuador todavía no se ha explotado al máximo este tipo de tecnología, en especial en los pueblos, o zonas pequeñas, una de ellas es la Parroquia Lloa que se encuentra ubicada al Sur Occidente del Distrito Metropolitano de Quito, debido a su ubicación geográfica que se localiza en las laderas del volcán Guagua Pichincha es vulnerable a catástrofes naturales siendo la más preocupante y de primera prioridad una erupción volcánica. Las autoridades de dicho lugar se encuentran en la labor de salvaguardar la vida de los pobladores por ello se pretende diseñar una red WLAN (Wireless Local Area Network), para disminuir la brecha tecnológica en la cual se encuentran inmersos y que puedan tener acceso a la información web y estén actualizados del acontecer diario mediante sus smartphones, laptops, tablets, etc.

Este escrito tiene una secuencia conformada por el capítulo I, que contiene el planteamiento del problema, la justificación, propuesta de solución, metodología del proyecto donde se realiza una investigación desde lo macro hacia los temas específicos que influyen en la estructura del diseño el objetivo general y objetivos específicos, en el capítulo II se realizará el levantamiento del marco teórico mediante libros, artículos académicos de los elementos, equipos, fórmulas que influyen específicamente en el diseño de una red WLAN usando protocolos con estándar 802.11., el capítulo III se basa en el reconocimiento del estado actual de la red, la ubicación geográfica de la parroquia Lloa, Ubicación Geográfica de la Parroquia, Diagrama Inicial de la Red, TSS (Technical Site Survey) el cual sirve para iniciar el diseño propuesto para solventar la falta de la red WiFi, finalmente en el capítulo IV, explica la selección de los equipos y materiales, análisis de costos, costos aproximados de los mismos, cálculos de VAN y TIR, conclusiones, recomendaciones, anexos.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

En este capítulo se desarrollará el planteamiento del problema, la justificación, se analizarán los objetivos y finalmente se detallará la metodología empleada.

1.1 Problema de Estudio

El presente proyecto se realizará en la parroquia Lloa ubicada al Suroccidente de Quito, tomando como punto de referencia el parque central de Lloa y el rango de cobertura se determinará mediante el uso de equipos en el diseño de la red inalámbrica, mediante un tiempo estimado entre el año 2017 y 2018, para lo cual se analizará y se diseñará una red WLAN (Wireless Local Area Network) mediante libros, enciclopedias basadas en diseño de redes inalámbricas, ya que no hay una red WLAN que brinde un servicio de internet en el sitio mencionado.

Es una parroquia que por su situación geográfica ha sido desatendida en todos los frentes para un buen desempeño como sociedad uno de ellos los servicios básicos.

Los habitantes de esta parroquia tienen como sustento primordial las labores de agricultura pesca, crianza de ganado y ovino, actividades que aportan al desarrollo de la parroquia.

La Junta parroquial en la constante búsqueda por integrar a la parroquia a los nuevos paradigmas digitales, para fomentar el desarrollo de sus habitantes en diferentes frentes, tiene la necesidad de implementar sistemas de acceso inalámbrico a internet.

Esta necesidad se ha visto insatisfecha, por tal motivo se pretende ofrecer los servicios como: ancho de banda, velocidad de transmisión de datos, escalabilidad, área de cobertura, conectividad estable (intermitencia).

La Junta Parroquial mira como proyecto de carácter prioritario el acceso a internet de buena calidad para los pobladores de la parroquia, ya que los servicios que hoy se ofrecen en el sector cuentan con tecnología que no brinda altos anchos de banda y velocidades de transmisión, además de que el Sistema Móvil Avanzado tiene una cobertura deficiente en el sector.

1.2 Justificación del proyecto

Brindar beneficios de calidad a los usuarios de la parroquia Lloa siendo como objetivo primordial la movilidad ya que los usuarios puedan usar sus dispositivos libremente y no deben estar sujetos a cables para navegar por el ciberespacio desplazándose a cualquier lugar dentro del rango que genera WiFi y lo más importante sin perder la conexión a internet, esto ayudará a la población a que puedan asistir a capacitaciones ya sea a la casa comunal o los puntos más importantes del pueblo.

La parroquia Lloa ubicada al Suroccidente de Quito, tomando como punto de referencia el parque central de Lloa y el rango de cobertura estará determinado por los equipos empleados en el diseño de la red inalámbrica, mejorando el ancho de banda, velocidad de transmisión de datos, conexión estable, del servicio de internet con el que cuenta el sector aportando los beneficios de las redes inalámbricas como: movilidad, flexibilidad, facilidad de conectividad a los usuarios en la cobertura de la comuna.

Tener herramientas de inclusión a las nuevas tendencias tecnológicas para generar un alto impacto en: educación, salud, cultura, socioeconómico, político, que contribuyen al desarrollo de la comuna, teniendo acceso a una red WLAN de bajo costo con una buena calidad de servicio, para reducir la brecha tecnológica en la que se encuentran inmersos.

1.3 Planteamiento del problema

La Parroquia Lloa se encuentra al suroccidente de la ciudad de Quito. En la actualidad la tecnología se renueva casi a diario, los sistemas de comunicación entre diferentes dispositivos que hacen posible el acceso a la información sin restricciones.

El problema se centra que la parroquia Lloa no tiene una red inalámbrica que garantice una conectividad adecuada a los usuarios y esto imposibilita el acceso a la información de la web, la problemática se extiende en el diseño y análisis de una red WLAN con una topología que pueda brindar mejoras como el ancho de banda, velocidad de transmisión de datos y sin intermitencia compatibilidad con los dispositivos electrónicos que cada usuario tenga de la parroquia Lloa.

Debido al avance tecnológico todas las regiones del país deberían acceder de una forma fácil, ágil y a un costo no muy elevado. Sin embargo, la actual cobertura de acceso a

internet en la parroquia Lloa es limitada y de baja calidad en la transmisión y recepción de información.

1.4 Propuesta de solución

En este proyecto técnico se pretende, diseñar una red WLAN (Wireless Local Area Network), que brinde una mejor cobertura a los usuarios de la parroquia Lloa, siendo el punto de referencia el parque central donde la mayoría de los ciudadanos suelen pasar el mayor tiempo, recopilando información técnica a través del estudio técnico realizado TSS (Technical Site Survey), facilitando una red inalámbrica que pueda conceder flexibilidad, que no tenga intermitencia, movilidad a todos los lugares que desee el usuario dentro del rango de cobertura generado por la misma.

Se busca que el diseño de la red WLAN sea compatible con todos los dispositivos electrónicos, smartphones, tablets, laptops, etc., puedan conectarse y navegar por el ciberespacio sin la necesidad de emplear un medio físico (cables).

1.5 Metodología del proyecto

De carácter cuantitativo y cualitativo. Cualitativo en sentido que se hará exponiendo los distintos conceptos que ayudan a entender la concepción, génesis de una red WLAN y como diseñarla. Cuantitativo en base a estadísticas se comprobará de cómo se ejecuta el diseño de esta red. La idea es explicar los argumentos sistemáticos en base con los objetivos que se ha mencionado con anterioridad y cómo será el impacto social en un futuro si se llegará a implementar este tipo de tecnología a los ciudadanos de esta parroquia. Primeramente, identificando cual es el problema en el cual se encuentra inmerso la parroquia rural de Lloa, detectando que en el parque central de Lloa carecen de una red WiFi; se hizo un estudio TSS para diseñar una red inalámbrica que ofrezca el ancho de banda, el retardo, la pérdida de paquetes asegurando una conexión segura y eficaz para verificar su vialidad en el proyecto.

Se realizará una Metodología Cisco (PPDIOO), Cabe resaltar que no se realizará la fase de implementación-operación, ya que la red inalámbrica se basa en diseño y análisis.

- Fase de planificación: Detallar e identificar la red existente.
- Fase de diseño: Diseñar la red de acuerdo a los requerimientos iniciales y datos adicionales recogidos durante el análisis de la red existente.

- Simulación empleando ICS TELECOM, este software ayuda a observar la cobertura que genera los Access Point (AP) en el lugar establecido ya que se coloca las coordenadas en donde se encuentran los mecanismos, permitiendo saber la potencia que irradian los equipos a emplear, enlaces Peer (punto - punto) en los sitios que se desea brindar internet, para la Parroquia Lloa.

Finalmente se realizó un análisis de costos mediante TIR (Tasa de Rendimiento Interno) y VAN (Valor Actual Neto) para determinar la factibilidad de costos del diseño.

1.6 Objetivo General y Específico

1.6.1 Objetivo General

Diseñar una red WLAN para mejorar el servicio de conectividad en la Parroquia rural Lloa.

1.6.2 Objetivos Específicos

1. Analizar el estado actual de la red, obtener información técnica y necesidades de los usuarios, para realizar el diseño.
2. Diseñar una red WLAN en base al estudio realizado por el TSS (Technical Site Survey), para mejorar el ancho de banda, el retardo, la pérdida de paquetes a la comuna Lloa.
3. Simular el diseño de la red inalámbrica para comprobar su viabilidad técnica planteada a la Parroquia Lloa.
4. Elaborar un análisis de costos mediante TIR (Tasa de Rendimiento Interno) y VAN (Valor Actual Neto), para determinar la factibilidad de costos del diseño.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se realizará el levantamiento del marco teórico mediante libros, artículos académicos de los elementos, equipos, fórmulas que influyen específicamente en el diseño de una red WLAN usando protocolos con estándar 802.11.

2.1 Modos de funcionamiento de una red inalámbrica (Wireless Network)

Existen 2 topologías básicas en una red inalámbrica.

2.1.1 Redes Ad hoc

"Las redes **Ad hoc** son redes inalámbricas 802.11x en las que no hay un dispositivo que controle el tráfico en la red. Son redes en cada nodo se comunica directamente con cualquier otro nodo de la red". (Seoane Balado, 2005, pág. 156)

Según el autor este tipo de redes permiten la movilización de los usuarios de un lugar a otro sin que los nodos se vean afectados o interferidos por cables.

Figura 2. 1 Red ad Hoc

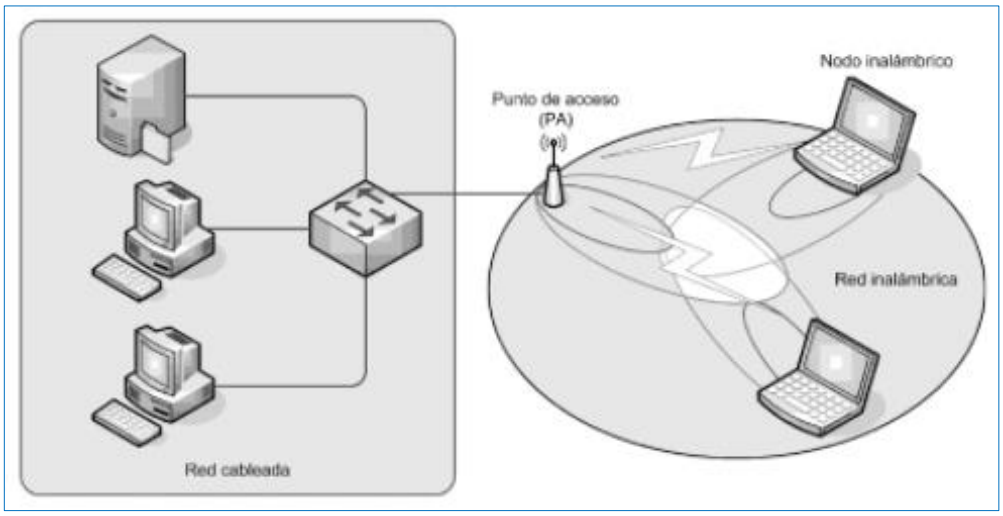
La figura muestra la red Ad Hoc, Fuente: Estrategia para la Implantación de Nuevas Tecnologías en PYMES. Obtenga el Máximo Resultado Aplicando las TIC en el Ámbito Empresarial.

2.1.2 Red modo infraestructura

Las redes en **modo infraestructura** son redes inalámbricas en la que hay un dispositivo intermedio, el punto de acceso (PA), que se encarga de controlar el tráfico en la red inalámbrica, al tiempo que permite que el tráfico de una red cableada pueda pasar a la inalámbrica y viceversa. (Seoane Balado, 2005, pág. 157)

Este tipo de infraestructuras, permiten que los usuarios se conecten de un lugar a otro, en este sentido técnicamente se ha visto viable la aplicación de esta infraestructura para el proyecto de diseño a ser realizado en la población de Lloa, por la facilidad de movilidad de los usuarios, siempre que se encuentren dentro del rango de cobertura.

Figura 2. 2 Redes en Modo Infraestructura



La figura muestra las redes en Modo Infraestructura, Fuente: Estrategia para la Implantación de Nuevas Tecnologías en PYMES. Obtenga el Máximo Resultado Aplicando las TIC en el Ámbito Empresarial.

2.2 Familia de estándares IEEE 802.11

Especifica estándares; que se localizan entre el subnivel MAC de la capa de enlace y la capa física del modelo OSI, como se observa en la figura siguiente.

Figura 2. 3 Modelo OSI y el protocolo 802.11

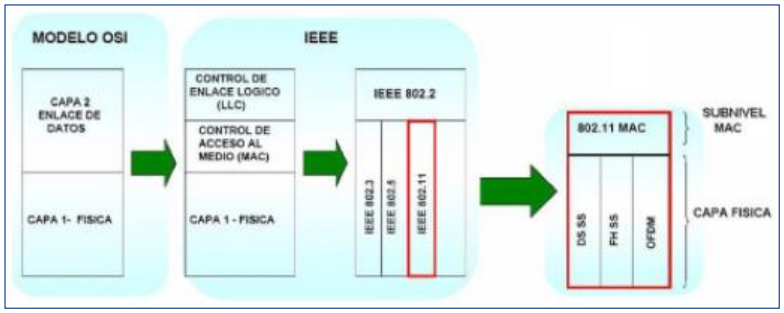


Diagrama del modelo OSI y el protocolo 802.11, Fuente: Fundamentos y Aplicaciones de Seguridad en redes WLAN. De la teoría a la práctica

Establecido en julio de 1997, trabaja en la banda 2,4 GHz, logrando velocidades de transmisión con variaciones desde 1- 2 Mbps, sus características de funcionamiento son:

- Emplea modulaciones para la capa de enlace.
    - FHSS (Frequency Hoping Spread Spectrum)
    - DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)

- Emplea modulaciones para la capa física.
    - DBPSK (Differential Binary Phase Shift Keying)
    - DQPSK (Diferencial Quadrature Phase Shift Keying)
    - GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)

- Emplea el protocolo CSMA/CA (Múltiple Acceso por Detección de Portadora evitando Colisiones), como método de acceso.

Tiene un total de 11 canales; con baja velocidad de transmisión de datos; se elaboró una serie de protocolos nuevos con características avanzadas. (Pellerejo, Andreu, & Lesta, 2006)

2.2.1 IEEE 802.11b

Establecido en septiembre de 1999; siendo el más empleado en los estándares para las redes WLAN europeas, tiene las siguientes características:

- Emplea una sola modulación para la capa de enlace.
  - DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum).
- Emplea una sola modulación para la capa física.
  - CCK (Complementary Code Keying).
  - Tiene velocidades de transmisión que varían en los rangos de: 1, 2, 5,5 y 11 Mbps.
  - Trabaja con una de frecuencia 2,4 GHz. (Pellerejo, Andreu, & Lesta, 2006)

2.2.2 IEEE 802.11a

Establecido en septiembre de 1999; pero los equipos salieron a la venta en el año 2001, en el 2003 no era posible el uso de este protocolo en Europa para las redes WLAN, pero en The USA era el más empleado en ese año, tiene las siguientes características:

- Emplea modulación OFDM (Orthogonal Frecquency-Division Multiplexing) con 52 portadoras.
- Tiene velocidades de transmisión que varían entre 6, 9, 12, 18, 36, 48, 54Mbps.
- Trabaja en la banda de frecuencia de 5GHz. (Pellerejo, Andreu, & Lesta, 2006)

2.2.3 IEEE 802.11g

Establecido en el año 2003, tiene las siguientes características:

- Emplea modulaciones DSSS, OFDM, CCK
- Es compatible con los dispositivos IEEE 802.11b
- Tiene velocidades de transmisión hasta los 54Mbps
- Trabaja en la banda de frecuencia de 2,4 GHz. (Pellerejo, Andreu, & Lesta, 2006)

Tabla 2. 1 Descripción de las capas físicas 802.11

DESCRIPCIÓN	IEEE 802.11	IEEE 802.11b	IEEE 802.11a	IEEE 802.11g
Fecha	1997	1999	2000	2003
Banda	2,4GHz	2,4 GHz	5,8GHz	2,4 GHz

DESCRIPCIÓN	IEEE 802.11	IEEE 802.11b	IEEE 802.11a	IEEE 802.11g
Velocidad de Transmisión	1,2 Mbps	1, 2, 5,5, 11 Mbps	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps	1, 2, 5,5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 48,12
Modulación	DHSS, FHSS	DHSS	OFDM	OFDM
Compatible		Compatible con IEEE 802.11	No es compatible con ningún otro estándar	Compatible cpn IEEE y IEEE

Descripción de los estándares IEEE 802.11, Fuente: Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes WLAN: de la teoría a la práctica. (Pellerejo, Andreu, & Lesta, 2006)

2.2.4 IEEE 802.11ac

Establecido en enero de 2014; tiene las siguientes características:

- Trabaja en la banda de frecuencia, de los 5 – 6 GHz.
- Alcanza velocidades de transmisión hasta los 7 Gbps.
- Es compatible con el estándar IEEE 802.11n, trabaja en la frecuencia de 5 GHz.
- Su modo de operación es MIMO (Multiple Input, Multiple output), múltiples entradas - múltiples salidas. (Dordoigne, 2018)

2.2.5 IEEE 802.11n

Se finalizó en septiembre de 2009; en teoría posee:

- Calidad de Servicio (QoS – Quality of Service).
- WMM (Wi-Fi Multimedia).
- Aplicaciones de VoIP (Voice over IP).
- Streaming.
- Modo de funcionamiento MIMO (Multiple Input – Multiple Output).
- Trabaja en el rango de frecuencias 2,4 – 5 GHz.
- Velocidad de transmisión hasta 600 Mbps (con 5GHz). (Dordoigne, 2018)

2.3 Definición de Direccionamiento IPv4

Según Asimane (2014) menciona que:

> Una dirección IPv4 está codificada en 32 bits[1], con 4 bytes[2] separados por un punto. Cada byte representa un número decimal con un valor entre 0 y 255.
>
> Una dirección IPv4 posee una máscara de subred que define tanto la dirección de red (los primeros bytes) y la dirección de la máquina en la red (los últimos bytes). (Asimane, 2014, pág. 32)

Para una mejor comprensión sobre este tipo de direccionamiento, se especifican los parámetros técnicos y como está conformada una dirección IPv4.

Direcciones Públicas : Admiten comunicación con la nube.

Direcciones Privadas : Admiten comunicación con una red LAN (Red de área Local). (Asimane, 2014)

Tabla 2. 2 Tipos de Clases de las Direcciones IPv4

CLASE	INCIO	FIN	NOTACION CIDR	MÁSCARA SUBRED
Clase A	0.0.0.0	127.255.255.255	/8	255.0.0.0
Clase B	128.0.0.0	191.255.255.255	/16	255.255.0.0
Clase C	192.0.0.0	223.255.255.255	/24	255.255.255.0
Clase D: utilizada para la multidifusión (Multicast)	224.0.0.0	239.255.255.255	/4	Indefinida
Clase E: reservada	240.0.0.0	255.255.255.255		Indefinida

La tabla explica las clases de los direccionamientos IPv4, Fuente: (Asimane, 2014, pág. 32)

[1] 1 bit: La unidad más pequeña en un ordenador se denomina bit (binary digit). Puede tomar únicamente dos posibles valores: 0 o 1. (Peña Basurto & Cela Espín, 2000, pág. 2)

[2] 1 byte: Compuesto por ocho bits. (Peña Basurto & Cela Espín, 2000, pág. 2)

CAPÍTULO 3

DISEÑO Y ANÁLISIS DE LA RED WLAN

En este capítulo se realizará TSS (Technical Site Survey), el cual sirve para iniciar el diseño propuesto para solventar la falta de la red WiFi, el cuál proveerá datos técnicos para saber cómo se encuentran las infraestructuras de cada sitio estratégico de la parroquia, reconocimiento del estado actual de la red, la ubicación geográfica de la parroquia Lloa, Ubicación Geográfica de la Parroquia, Diagrama Inicial de la Red; se realizará una encuesta para tabular los valores y tener información fidedigna.

3.1 TSS (Technical Site Survey)

TSS (Technical Site Survey); abarca una encuesta técnica del sitio para tener información detallada y confiable; que será una guía para el diseño de la red WLAN.
Siendo los factores de gran importancia como son:

- Solicitar a las autoridades los permisos pertinentes para tener acceso total en sitio.
- Ubicación de los equipos electrónicos que van acorde al diseño que se efectuará en sitio.
- Constatar dispositivos intermedios de transmisión inalámbricos, en el sitio mencionado.
- Seleccionar medios inalámbricos que logren su objetivo, de generar un rango acorde a las características que estos posean empleando ICS Telecom para validar su funcionamiento.

3.2 Estado incial de la red

3.2.1 Ubicación Geográfica y localización de la Parroquia Lloa

La parroquia Lloa se encuentra localizada en la Provincia de Pichincha y forma parte del Cantón Quito, se ubica a 11.91 km de la ciudad de Quito, al sur occidente en las laderas del volcán Guagua Pichincha, con una extensión de 547,25 kilómetros cuadrados.

Lloa se encuentra en un lugar montañoso debido a su ubicación geográfica, teniendo diferentes alturas que van desde los 3055 msnm (metros sobre el nivel del mar) hasta los 3060 msnm. Tenencia Política con una altura máxima de 3056 msnm, Presidencia de la Junta Parroquial con una altura máxima de 3059 msnm, Iglesia Parroquial con una altura máxima de 3058 msnm, Centro Comunitario con una altura máxima de 3058 msnm. (Lloa, 2011)

3.2.2 Ubicación geográfica del Parque Central de Lloa punto (p1)

En la figura 3.1, se observa el panorama del Parque Central al cual se le brindará WiFi, mediante AP's (Puntos de Acceso) mediante una red inalámbrica, el cual tiene las siguientes coordenadas Latitud 0°14'53.45"S, Longitud 78°35'0.25"O, ubicándose en las calles Antonio Piedra, Juan E. Gálvez y Manuel Antonio Sotomayor T.

Figura 3. 1 Ubicación Geográfica del Parque Central de Lloa

Vista del parque Central, Fuente: Byron Benítez

3.2.3 Ubicación geográfica de la Tenencia Política punto2 (p2)

En la figura 3.2, se observa la Tenencia Política, ubicado en las coordenadas geográficas Latitud 0°14'52."S y Longitud 78°34'57.50"O, localizado en las calles Pichincha y calle Quito.

Figura 3. 2 Tenencia Política de la Parroquia de Lloa

Fotografía tomada de la Tenencia Política, Fuente: Byron Benítez

3.3 Ubicación geográfica de la Presidencia de Lloa punto3 (p3)

En la figura 3.3, se observa la Presidencia de Lloa, ubicado por las coordenadas geográficas Latitud 0°14'53.14"S y Longitud 78°34'57.58"O, localizado en la calle Pichincha.

Figura 3. 3 Tenencia Política de la Parroquia de Lloa

Fotografía de la tenencia política, Fuente: Byron Benítez

3.1.4. Ubicación geográfica de la Casa Comunal punto4 (p4)

En la figura 3.4, se observa la casa comunal denominada Casa Somos Lloa, ubicada por las coordenadas geográficas Latitud 0°12'50.01"S y Longitud 78°32'56.10"O, el cual es el encargado de albergar a todos sus ciudadanos para conferencias o reuniones del avance de la parroquia.

Figura 3. 4 Casa Comunal de Lloa

Fotografía de la Casa Comunal, Fuente: Byron Benítez

3.1.5. Investigación de Mercado

Se puede definir como la recopilación y el análisis de información, realizada de forma sistemática o expresa, para poder tomar decisiones. Es una potente herramienta, que debe permitir la obtención de información necesaria; para establecer los diferentes planes y estrategias más adecuados a los intereses del investigador. (Marketing-xxi.com, 2019)

a) Fuentes Secundarias

Interpretan y analizan fuentes primarias. Las fuentes secundarias son textos basados en fuentes primarias, e implican generalización, análisis, síntesis, interpretación o evaluación. Para el caso de este proyecto técnico; se han consultado las siguientes fuentes secundarias. (FUENTE DE INVESTIGACIÓN SECUNDARIA, 2019)

Tabla 3. 1 Tipos de Fuentes

FUENTE	INFORMACIÓN
INEC	Población - # de habitantes
MUNICIPIO DE LLOA	Casa Comunal
	Presidencia
	Tenencia Política
	Parque Central

Tipos de Fuentes, Fuente: INEC, 2014

De la investigación se encontró que Lloa tiene una población de 1,494 habitantes según el censo 2010. Tomando en cuenta el promedio la familia ecuatoriana, de 4 personas (referencia INEC), se podría contar un promedio de 500 familias.

Tabla 3. 2 Promedio de personas

LLOA CENSO DE 2010	
MUJERES	710
HOMBRES	784
TOTAL	1494

En la tabla se evidencia el número promedio de personas por género, Fuente: INEC, 2010

Tabla 3. 3 Nivel de educación

LLOA CENSO DE 2010		
SABE LEER Y ESCRIBIR	CASOS	PORCENTAJE
SI	1230	90.37
NO	131	9.63
TOTAL	1361	100.00

En la tabla se evidencia el porcentaje de personas de acuerdo al nivel de educación, Fuente: INEC, 2010

En la tabla 3.4. Se observa los niveles de instrucción académica a las personas que se les realizó la encuesta, con un total de 1361 encuestados.

Tabla 3. 4 Nivel de instrucción

LLOA CENSO 2010		
NIVEL DE INSTRUCCIÓN	CASOS	PORCENTAJE
Ninguno	88	6.47
Alfabetización	17	1.25
Preescolar	14	1.03
Primario	774	56.87
Secundario	247	18.15
Educación Básica	83	6.10
Educación Media	40	2.94
Ciclo Post Bachillerato	13	0.96
Superior	46	3.38
Postgrado	3	0.22
Ignora	36	2.65
TOTAL	**1361**	**100.00**

En la tabla se evidencia el nivel de instrucción de los pobladores de Lloa, Fuente: INEC, 2010

b) Fuentes Primarias

Bounocore (1980), define a las fuentes primarias de información como "las que contienen información original no abreviada ni traducida: tesis, libros, nomografías, artículos de revista, manuscritos. Se les llama también fuentes de información de primera mano…". (Buonocore, 1980, pág. 229)

La información obtenida de las fuentes primarias, permiten al investigador tener un conocimiento real de los estudios que están realizando y permite un planteo correcto de las hipótesis y así no exista una desviación en la consecución de los objetivos planteados en el presente trabajo, se ha elegido como principal herramienta de recolección de datos a La Encuesta.

- Objetivos de la Encuesta
  - Conocer el porcentaje de la población que utiliza internet.

- Conocer el tipo de red utilizada.
- Determinar la necesidad de las personas del sector de contar con servicio de internet en lugares públicos.

DEFINICIÓN DE LA MUESTRA

Tomando en cuenta que el universo estudiado en la parroquia de Lloa es finito con una población de 1,494 personas; se procede a obtener la muestra requerida.

A continuación, se detalla la fórmula para obtención de muestra en universos finitos y su desarrollo. (Psyma.com, 2015)

$$n = \frac{N * Z_{a^2} * p * q}{d^2 * (N-1) + Z_{a^2} * p * q} \qquad \text{Ec. (3.1)}$$

Tabla 3. 5 Términos de la fórmula de la muestra

Nomenclatura	Descripción	Valor	
N	Tamaño del universo		1494
Za	Confianza	95%	1,96
P	probabilidad de que ocurra		0,5
Q	probabilidad de que no ocurra		0,5
D	Error		9%
N	Tamaño de la muestra		100

En la tabla se describe las variables para el cálculo de la muestra, Fuente: https://www.psyma.com/company/news/message/como-determinar-el-tamano-de-una-muestra

Tabla 3. 6 Nivel de confianza deseado

Nivel de confianza deseado	Puntuación z
80%	1.28
85%	1.44
90%	1.65
95%	1.96
99%	2.58

Valores z, Fuente: https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/

- Se elige nivel de confianza del 95 % para que los resultados obtenidos en la encuesta sean confiables. ([Spanish] SurveyMonkey, 2019)
- Se elige un porcentaje de error del 9%, para lograr la necesidad de encuestar a 100 pobladores de Lloa.

A continuación, se detalla el formato de la encuesta que fue aplicado en el parque de Lloa y sus alrededores.
Con los datos mencionados y con la encuesta realizada se obtuvo la siguiente información.

- FORMATO DE LA ENCUESTA REALIZADA EN EL SECTOR DE LLOA

a. ¿Utiliza usted internet?

Es importante señalar que, en los segmentos de 10 a 21 años, el 100% de las personas utilizan internet, pero que conforme aumenta la edad, el porcentaje de uso disminuye. (Anexo A1)

b. ¿Dónde puede acceder a internet?

El 91 % de las personas acceden al internet en su hogar, 2 % lo hacen mediante cybers y finalmente el 7 % no lo hacen. (ANEXO A2)

c. ¿En caso de tener internet desde su hogar, cuál es el tipo de red utilizada?

De los resultados obtenidos se ha determinado que el 70 % de usuarios utiliza internet mediante una red WiFi.; el 17 % emplean una red LAN; el 6% usan entre red LAN Y WiFi y el 7 % no utilizan ningún tipo de red.
Adicionalmente, cabe indicar que el empleo del internet es a nivel local (hogar). (ANEXO A3)

d. ¿Le gustaría contar con internet inalámbrico en los principales sectores de la parroquia?

Con el 96 % de las personas encuestadas desean tener internet inalámbrico principalmente en el Parque Central de Lloa y solamente el 4 % de ellas dijeron que no están interesadas. (ANEXO A4)

e. Para qué requiere usar internet

Se analiza que el uso de internet es para realizar sus tareas académicas e investigaciones con el 53 %, 17% para trabajo, entre otros. (ANEXO A5)

Con los datos obtenidos mediante la encuesta que se efectuó en el sector, se determinó que los pobladores si les gustaría tener una red WLAN ya que sería una herramienta virtual de gran ayuda para obtener información web.

3.1.6. Diagrama inicial de la red

Las autoridades de la parroquia Lloa realizaron un convenio entre ellos y la persona designada de CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) contratando un plan de servicio de internet con los siguientes parámetros que se observa en la tabla 3.7

Tabla 3. 7 Valores del Plan Contratado actualmente por la Tenencia Política

PLAN CONTRATADO CNT			
PROVEEDOR	SERVICIO	PLAN CONTRATADO	VELOCIDAD
CNT	Internet	2 Mbps	Asimétrico
			Download : 2 Mbps
			Upload : 1 Mpbs

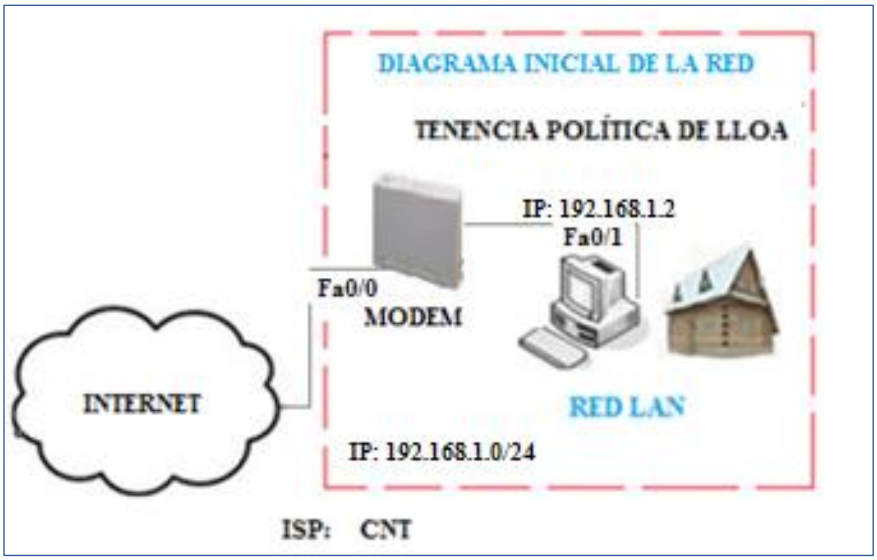
Planes contratados que tiene CNT, Fuente: (CNT, 2014)

En la figura 3.5, se puede apreciar el diagrama inicial de cómo está estructurada la red LAN (Local Area Network) de la Tenencia Política de Lloa, consta con los siguientes equipos o dispositivos electrónicos:

- Una Pc de escritorio
- Un modem
- Una impresora matricial

- Plan contratado de servicio de Internet (2 Mbps)
- Proveedor de servicio de internet (CNT)

Figura 3. 5 Diagrama Inicial de la Red que Actualmente tiene la Tenencia Política de Lloa



Describe el diagrama inicial de la red en la Tenencia Política de la localidad, Elaborado por: Byron Benítez

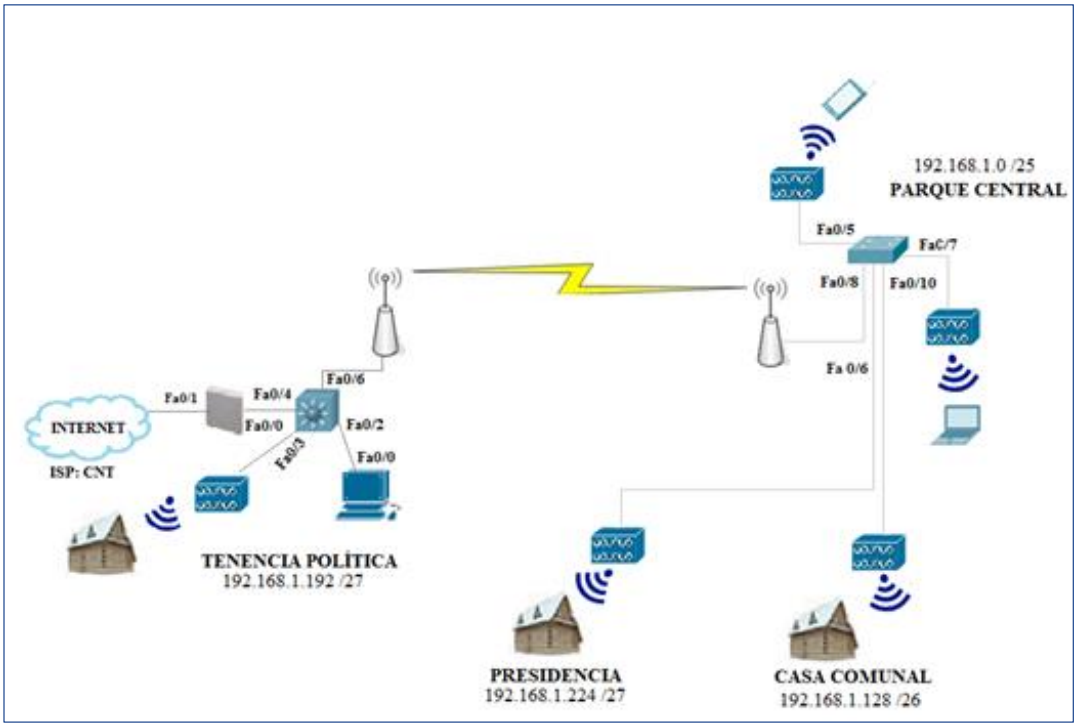
3.2. Diseño de la red inalámbrica para brindar internet al parque Central de Lloa

Topología que se ha diseñado en la localidad de Lloa cumpliendo con los objetivos planteados de este proyecto, la cual es una red WLAN, donde se coloca AP nbe ac poe, su función generar el enlace inalámbrico entre los 2 puntos desde la Tenencia Política hasta Parque Central de Lloa, su modo de funcionamiento debe estar en modo bridge.

AP nbe ac poe, se ha seleccionado, ya que cumple con las necesidades debido a las características que posee para el diseño de la red WLAN, esto se realizó mediante una tabla comparativa con otros dispositivos electrónicos más, que más adelante se detalla en el capítulo 4.

Tenencia Política, tiene un AP nbe 5ac poe, que será el encargado de generar el enlace inalámbrico con el parque central, su modo de funcionamiento debe estar en modo estación, habrá un switch capa 3 que se encargará de administrar las VLAN'S, también un AP, que permitirá conexión Wireless (sin cables), a los usuarios que se encuentren en dicho establecimiento.

Figura 3. 6 Diseño de la red inalámbrica



Describe el diseño WLAN, para la parroquia de Lloa, Elaborado por: Byron Benítez

En el parque Central de Lloa, tiene un AP nbe ac 16 poe, será el encargado de generar el enlace inalámbrico con la Tenencia Política, también habrá un switch que será el encargado de conectar los Access Points, se colocará 2 AP para cubrir el rango del sitio. En la casa comunal se colocará un AP el cual brindará WiFi al sitio cuando las personas se reúnan a tratar sobre los avances o sucesos importantes de la parroquia, festivales, etc.

En la Presidencia se pondrá un AP facilitando internet inalámbrico para ayudar al personal, permitiendo que puedan tener acceso al ciberespacio con información actualizada tanto nacional como internacional a través de sus dispositivos móviles.

3.3. Direccionamiento de la red usando IPv4

Para este diseño se empleará una red privada clase tipo C, que será la 192.168.1.0, la cual se realizará direccionamiento IP V4, para tener un mejor control de la red y proveer WiFi en los puntos establecidos en el diseño.

- Red Privada Clase Tipo C

192.168.1.0 /24

En la tabla 3.8, se observa el tipo de usuario con el respectivo SSID y su password para que los beneficiarios puedan tener WiFi.

Tabla 3. 8 Parámetros que se colocarán en los AP

INFORMACIÓN AP		
Tipo de usuario	SSID	Password
Parque Central	L_TURISTAS	L_TURISTAS
Casa Comunal	L_COMUNIDAD	L_COMUNIDAD
Tenencia Política	T_POLITICA	T_POLITICA
Presidencia	L_PRESIDENCIA	L_PRESIDENCIA

Detalla los nombres de SSID, Elaborado por: Byron Benítez

3.3.1 Cálculos para el direccionamiento IPv4

Con la siguiente ecuación se determinará los usuarios que requiere cada lugar mencionados anteriormente.

$$2^{m} - 2 = \# \text{ de hots por subred.} \qquad \text{Ec. (3.2)}$$

Donde:

m = números de bits disponibles en la parte de hots.

Parque Central:

Números de hots solicitados = 126

192.168.1.0 /24

$2^{7} - 2 = 126$ Número de hosts obtenidos

Nueva mascará de red será:

255.255.255.0 /24

11111111. 11111111. 11111111.00000000

11111111. 11111111. 11111111.**1**0000000 = 255.255.255.128 /25

Salto de red: 256 – 128 = 128

Casa Comunal:

Números de hots solicitados = 60

192.168.1.0 /24

$2^6 - 2$ = 62 Número de hosts obtenidos

Nueva mascará de red será:

255.255.255.0 /24

11111111. 11111111. 11111111.00000000

11111111. 11111111. 11111111.**11**000000 = 255.255.255.192 /26

Salto de red: 256 – 192 = 64

Tenencia Política:

Números de hots solicitados = 25

192.168.1.0 /24

$2^5 - 2$ = 30 Número de hosts obtenidos

Nueva mascará de red será:

255.255.255.0 /27
11111111. 11111111. 11111111.00000000

11111111. 11111111. 11111111.**111**00000 = 255.255.255.224 /27

Salto de red: 256 – 224 = 32

Presidencia:

Números de hots solicitados = 20

192.168.1.0 /24

$2^5 - 2 = 30$ Número de hosts obtenidos

Nueva mascará de red será:

255.255.255.0 /24

11111111. 11111111. 11111111.00000000

11111111. 11111111. 11111111.**111**00000 = 255.255.255.224 /27

Salto de red: 256 – 224 = 32

En la siguiente tabla 3.9, se observa el esquema global del direccionamiento IPv4 que se necesitará para el diseño en el sector mencionado, con los cálculos realizados se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 3. 9 Direccionamiento IPv4

DIRECCIONAMIENTO IPV4					
#	Hosts	Subred	1era IP Utilizable	Última IP Utilizable	Broadcast
1	126	192.168.1.0 /25	192.168.1.1	192.168.1.126	192.168.1.127
2	62	192.168.1.128 /26	192.168.1.129	192.168.1.190	192.168.1.191
3	30	192.168.1.192 /27	192.168.1.193	192.168.1.222	192.168.1.223
4	30	192.168.1.224 /27	192.168.1.225	192.168.1.234	192.168.1.235

La tabla describe el direccionamiento IPv4 empleando VLSM, Elaborado por: Byron Benítez

3.4. Calcular el ancho de banda para el enlace WLAN

Para saber cuánto AB (Ancho de Banda); se necesita para este diseño de red WLAN, se emplea la siguiente fórmula. (Acosta, 2010)

$$AB = G \,.\, C \qquad \text{Ec. (3.3)}$$

Donde:

- AB = Ancho de Banda a contratar
- N = Cantidad de usuarios que utilizan Internet en los sitios mencionados.
- G = Ancho de banda a garantizar por usuario, en este caso por estar en

Latinoamérica, se establece un valor de 1 Mbps.

- C = Concurrencia de los usuarios (número de clientes que emplean internet al mismo tiempo.

Tomando los valores obtenidos en el direccionamiento IPv4:

- N = 246 usuarios que tendrán internet en los sitios mencionados.
- G = 512 Kbps (Ancho de banda garantizado por usuario)
- C = 10 personas se estimará que estén conectadas al mismo tiempo al internet.

$$\mathrm{AB} = \mathrm{G} \,.\, \mathrm{C}$$

$$\mathrm{AB} = 10 \,.\, 512 \text{ Kbps}$$

$$\mathrm{AB} = 512 \text{ Kbps}$$

$$\mathbf{AB = 5 \text{ Mbps}}$$

3.5. Calcular el número de access points necesarios para esta red

Para calcular el número de access points (AP) necesarios; se emplea la siguiente fórmula (Briceño, 2014)

- Ancho de banda (AB), que se garantiza para cada usuario = 1Mbps
- Número de usuarios, aproximado = 246
- Promedio de la red = 10 %
- Velocidad de transmisión = 54 Mbps

$$\text{Número de Access Points} = 1 \text{ Mbps} \,.\, 246 \text{ usuarios} * \frac{0.10}{54 \text{ Mbps}}$$

$$\text{Número de Access Points} = \mathbf{4.47 \text{ Estimados}}$$

$$\text{Número de Access Points} = \mathbf{5}$$

Con el 10% como promedio para la red, se asegurará una estabilidad y conectividad constante para dicho diseño de red WLAN, se ha tomado como referencia al estándar IEEE 802.11 g, que trabaja con una velocidad de 54 Mbps, para mejorar la conectividad y que no exista pérdida de paquetes entre los dispositivos móviles y la red inalámbrica que se va a diseñar.

- **Plan de Internet Propuesto:**

Con los cálculos realizados se determinó que se necesita un AB = 5 Mbps, por motivos que siempre hay aumento significativo de usuarios, se debería contratar un plan de internet de 10 Mbps, para contrarrestar, saturación, intermitencia, pérdidas de paquetes en el en diseño red WLAN que se está proponiendo.

CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones), cuenta con los siguientes planes de banda ancha; para internet Fijo Cobre, se observa en la tabla 3.10.

Tabla 3. 10 Valores de los planes para servicio de Internet

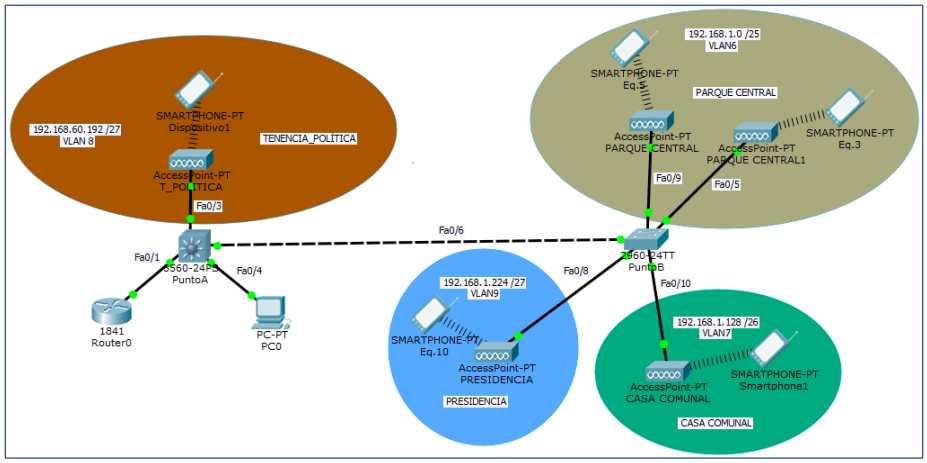
PLANES CONTRATADOS CNT				
Plan	Tarifa sin Impuestos	Velocidad de bajada hasta	Velocidad de subida hasta	Instalación
Plan 5 Mbps	$ 20.90	5 Mbps	1 Mbps	$ 60 + imp.
Plan 10 Mbps	$ 24.90	10 Mbps	1 Mbps	$ 60 + imp.
Plan 15 Mbps	$ 29.90	15 Mbps	1 Mbps	$ 60 + imp.

Planes Contratados por CNT, Fuente: (CNT, 2014)

3.6. Simulación de la red

En la figura 3.7, se observa la simulación de la red, estableciendo los sitios donde se brindará servicio de internet WiFi.

Figura 3. 7 Simulación de la red



Se describe la simulación de la red, Fuente: Cisco Packet Tracert Student. Elaborado por: Byron Benítez

Se configuró Inter-VLAN Routing (Router on a stick), ya que permite utilizar solo una interfaz para enrutar los paquetes de varias VLANs que llegan hasta el switch que están conectadas a esa interfaz, se puede configurar varias IP de diferentes redes a varias interfaces virtuales (sub-interfaces) guardando en una sola interfaz física.

Se trabaja con una red privada Tipo C 192.168.1.0 /24, se direccionó al switch capa 3 con las siguientes sub redes:

- 192.168.1.0 /25
- 192.168.1.128 /26
- 192.168.1.192 /27
- 192.168.1.224 /27

Se situó VLAN'S, para tener un mayor control en la seguridad, se realizó un direccionamiento IPV4 con VLSM, ya que con esto se puede segmentar a la red seleccionada, la configuración tiene éxito se puede hacer ping con todos los dispositivos.

En la tabla 3.11, en esta tabla se observa las distancias totales que hay entre la Tenencia Política y los diferentes sitios., como se detalla:

- P2 = Tenencia Política
- P1 = Parque Central
- P3 = Casa Comunal
- P4 = Presidencia

Tabla 3. 11 Distancias totales desde la tenencia Política hasta los diferentes sitios.

DISTANCIAS TOTALES	
SITIO	DISTANCIA
P2– P1	79.5 m.
P2– P3	25.4 m.
P2– P4	24.9 m.

Se detalla las distancias entre los principales puntos, Fuente: Google Earth. Elaborado por: Byron Benítez

Determinando que los valores son aproximados, los datos corroboran, que las distancias no sobrepasan los 100 metros de longitud, se ha determinado conectar los AP, con cable Cat. 6, para tener una conexión más rápida entre el switch y los Access Points.

3.7. Presupuesto de enlaces

Información técnica sobre el Parque Central de Lloa

Tabla 3. 12 Información técnica sobre el Parque Central de Lloa

DATOS		
SITIO	Sitio de transmisión:	Parroquia Lloa
	Altitud:	3060 m.s.n.m
	Cobertura principal	Parque Central de Lloa
RF	Frecuencias	2.4 y 5 [GHz] (Internet)
	Potencia Tx	26 [dBm]
	Ganancia de antena Tx	0.85 [dBd]
	Ganancia de antena Rx	13.85 [dBd]
SISTEMA RADIANTE	Tipo de antenas:	NBE AC 16 Poe
	No. de bays por azimut:	1
	Altura de la torre	15 m.
CABLES CONECTORES	Tipo de línea de transmisión	Cable UTP
	Longitud total de la línea	79.5 m.

Describe las especificaciones de AP NBE AC 16 Poe, Elaborado por: Byron Benítez

Los valores escritos se obtuvieron del datasheet del AP nbe ac 16 Poe. (Anexo B)

3.7.1. Calcular la zona de Fresnel

Para determinar la zona de Fresnel se ha tomado en consideración 2 puntos que son los siguientes:

- Tenencia Política
- Parque Central

Figura 3. 8 Zona de Fresnel

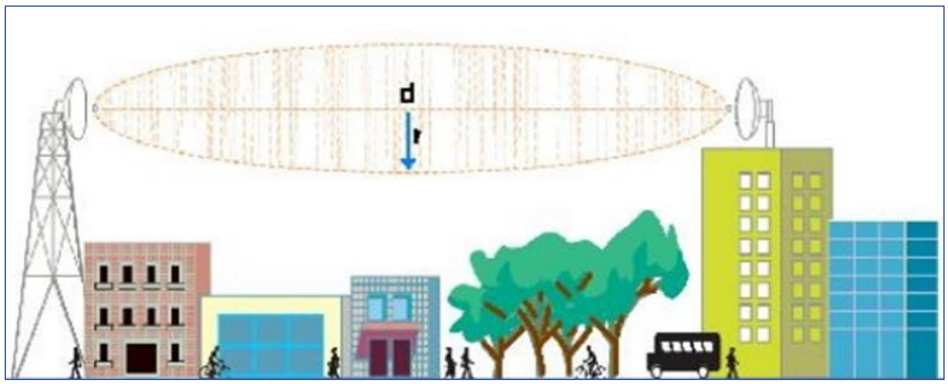


Diagrama de la zona de Fresnel, Fuente: http://www.itrainonline.org/itrainonline/ mmtk/wireless_es/ files/ 06_es_calculo-de-radioenlace_guia_v02.pdf

Cálculo del radio máximo de la primera zona de Fresnel, que se realiza con la siguiente ecuación. (Molina, 2018)

$$r = 17.32 * \sqrt{\frac{(d_1 \,.\, d_2)}{(d \,.\, f)}} \qquad \text{Ec. (3.4)}$$

Donde:

r	= radio de la primera zona de Fresnel	[m]
d_1	=Es la distancia de la antena 1 al obstáculo (Tenencia Política)	[Km]
d_2	= Es la distancia de la antena 2 al obstáculo (Parque Central)	[Km]
f	= Es la frecuencia con la que trabajan las antenas	[GHz]
Obstáculo	= Es un árbol con una altura de 13 metros	[m]

- Reemplazando valores

d	$= 0.1$	[Km]
d_1	$= 0.07$	[Km]
d_2	$= 0.03$	[Km]
f	= 5	[GHz]

- Desarrollo:

$$r = 17.32 \,.\, \sqrt{\frac{(0.07 * 0.03)}{(0.1 * 5)}}$$

$$r = 17.32 \,.\, \sqrt{\frac{(0.0021)}{(0.5)}}$$

$$r = 17.32 \,.\, \sqrt{0.0042}$$

$$\boldsymbol{r = 1.112\ [m]}$$

Considerando el 60 %, esto sirve para garantizar un 60% de la señal transmitida.

$$r = 1.112 * 0.60$$

$$\boldsymbol{R = 0.67\ [m]}$$

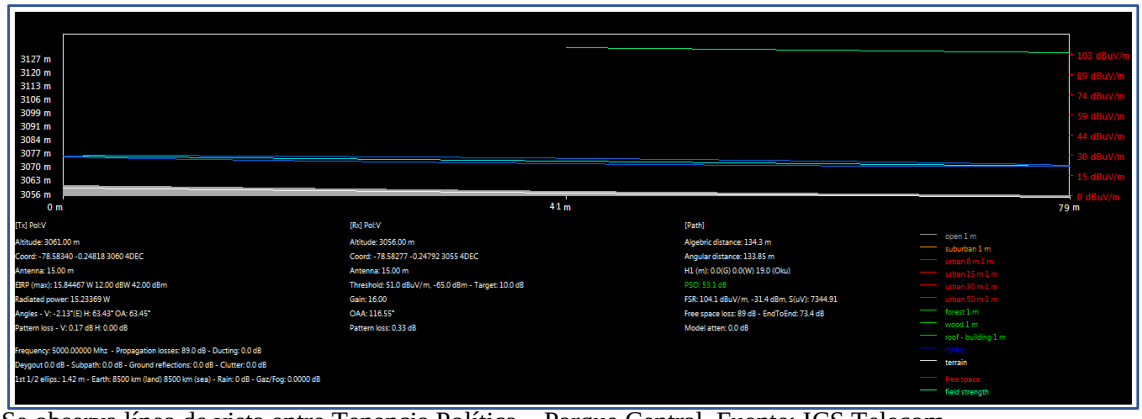
Al valor obtenido de R, se debe sumar el obstáculo más alto (altura del árbol), que tiene una longitud aproximada de 13 [m], para determinar la altura del mástil, misma que es de 15 metros.

Altura del mástil = **15 [m]**

3.8. Simulación de la red inalámbrica para la parroquia Lloa

Para que se estén alineadas una antena con la otra, se debe generar línea de vista como se observa en la figura 3.9; entre el Parque Central y la Tenencia Política esto se lo realizó con la ayuda de la aplicación ICS Telecom.

Figura 3. 9 Línea de vista entre Tenencia Política – Parque Central



Se observa línea de vista entre Tenencia Política – Parque Central. Fuente: ICS Telecom

Se constata que hay línea de vista entre los 2 puntos establecidos, lo que se confirma que se puede generar el enlace inalámbrico.

- Intensidad de Campo

Hay que tener un cierto valor de intensidad de campo; para garantizar la calidad de servicio, siendo de referencia los valores de la televisión digital.

- ATSC = 41 dBµV/m, se emplea en The USA.
- DVB –T2 = 54.3 dBµV/m, se emplea en Europa.

Si estos valores son menores no va haber señal.

Tabla 3. 13 Sistemas Digitales – Intensidad de Campo Mínima (dBµV/m) – UHF (Fr = 650MHz)

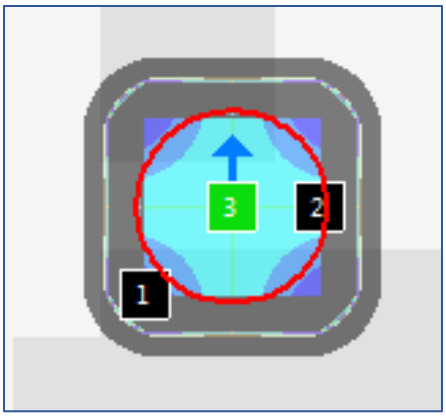
	SEÑAL DESEADA						
	ATSC	DVB-T 64 QAM – 3/4		DVB-T2 256 QAM – 2/3 (BT. 2033-1 Cuadro 1)		ISDB-T 64 QAM – 3/4 (Informe BT.2383-1: Nota 15 de la Cuadro 27)	DTMB 64 QAM – 0.6
		6MHz	8MHz	6MHz	8MHz		
Ubicación y tiempo (Informe BT.2383-1: tablas 10 y 32)	**50% ubicaciones 90% tiempo**	**95% ubicaciones 50% tiempo**		**95% ubicaciones 50% tiempo**		**95% ubicaciones 90% tiempo**	**95% ubicaciones 50% tiempo**
Intensidad de campo mínima (dB(µV/m)) (según la terminología del Informe BT.2383-1)	**41** Informe BT.2383-1: tabla 25 Para la fórmula de E(90% del tiempo) véase la Nota 19 de la página 25 del Informe BT.2383-1.	**54.75** Calculado usando la fórmula de la Recomendación BT.1368-12 (Adjunto 1 al Anexo 2), para un Ancho de Banda = 5.71 MHz (Rec. BT.1306-7, Cuadro 1 item b)	**56** Informe BT.2383-1: tabla 19	**53.05** Calculado usando la fórmula de la Recomendación BT.2033-1 (Adjunto 1 al Anexo 1), para un Ancho de Banda = 5.83 MHz (Rec. BT.1877-1, Cuadro1)	**54.3** Rec. BT.2033-1: tabla 13 (recepción fija).	**55.7** (55 para f=600 MHz. Informe BT.2383-1: tabla 28) Para la fórmula de E(90% del tiempo) véase la Nota 19 en la página 26 del Informe BT.2383-1.	**53.02** incluyendo 9.02 dB del factor de probabilidad del 95% de las ubicaciones. Calculado usando el Adjunto 1 al Anexo 4, tabla 109 de la Rec. BT.1368-12 y referencia C/N para recepción fija de 19 dB según el Informe BT.2383-1 Cuadro 30.
	Factor de corrección para otras frecuencias según la fórmula del apartado §11.4, Informe BT.2383-1.						

Valores que trabajan en la televisión digital. Fuente: https://www.itu.int/en/ITUR/terrestrial/broadcast/Americas/Documents/working/Doc1-criterios.pdf

- -93 dBm; siendo este valor como excelente.
- -67 dBm; siendo este valor como crítico.

Como se observa en la figura 3.10, la intensidad de campo generado por el AP se puede interpretar por los colores y estos a su vez tienen un valor en dBµV/m; siendo un valor equivalente en dBm y se lo puede apreciar en la tabla adjunta.

Figura 3. 10 Intensidad de campo de Wireless N 3com Airconnect 9550 Dual Band Gigabit



64/-80	67/-77	70/-74	73/-71	76/-68	79/-65	82/-62	85/-59	88/-56	91/-53	94/-50	dBuV/m / dBm

Rango de cobertura que realiza el AP 3 com, Fuente: ICS Telecom

Después de comprobar los valores obtenidos por el ICS Telecom, se determina que el valor más óptimo es – 80 dBm representado con el color azul siendo el nivel que se espera tener en el receptor y el valor crítico es -56dBm representado con el color rojo.

Como se observa en la figura 3.11, es la vista Panorámica del Parque Central Lloa y los puntos establecidos anteriormente, la línea verde representa la línea de vista entre las 2 antenas el cual tiene una distancia de 79,5 m, el AP que se encuentra en la mitad del parque que será el encargado de proporcionar WiFi a los dispositivos móviles.

Figura 3. 11 Vista Panorámica del Parque Central Lloa y los puntos establecidos anteriormente.

Vista general donde se establecerá el diseño. Fuente: ICS Telecom & Google Earth.

CAPÍTULO 4

SELECCIÓN DE EQUIPOS Y ANÁLISIS DE COSTOS

En este capítulo, se realizará la selección de los equipos y materiales, análisis de costos, costos aproximados de los mismos, cálculos de VAN y TIR, conclusiones, recomendaciones, anexos.

4.1. Selección de los dispositivos electrónicos para la red WLAN

Se realiza una tabla comparativa con 3 tipos AP, siendo los parámetros a tomar en cuenta:

Tabla 4. 1 Tabla Comparativa de los equipos (antenas)

			
Descripción	UAP-AC-LITE	UAP-AC-LR	NBE AC 16 Poe
Medio ambiente	Indoor	Indoor	Outdoor
2.4 GHz	300 Mbps	450 Mbps	450 Mbps
2.4 GHz MIMO	2x2	3x3	3x3
5GHz	867 Mbps	867 Mbps	1300 Mbps

Tabla comparativa de los equipos, Fuente: https://dl.ubnt.com/datasheets/unifi/UniFi_AC_APs_DS.pdf.

Los 3 tipos de UAP cumplen con los requerimientos, pero AP nbe 5ac 16 poe, tiene una característica especial que se puede utilizar para exteriores siendo de gran utilidad soportando temperaturas de -10 ° + 70° C, ideal para el diseño de red Wireless.

- Velocidad de transmisión en 2.4 GHz = 450 MHz
- 2.4 GHz MIMO = 3x3
- Velocidad de transmisión en 5 GHz = 1300 MHz

4.1.1 nbe ac 16 Poe

Tabla 4. 2 NBE 5ac 16

Nombre	NBE 5AC 16
Características	
Interface Ethernet	10/100/1000 Ethernet Port
Ganancia	16 dBi
Alimentación	24V, 0.5A Gigabit PoE
Peso	0.320 kg (0.71 lb)
Rango de Frecuencia	4.9-5.9 GHz
Estándares WiFi	802.11 a/b/g/n/ac
Temperatura trabajo	-40 to 70° C (-40 to 158° F)

Especificaciones técnicas del equipo, Fuente: https://dl.ubnt.com/datasheets/ NanoBeam_ac/ Nano Beam _ ac_DS.pdf

Se realiza una tabla comparativa con 3 tipos de AP, siendo los parámetros a tomar en cuenta:

Tabla 4. 3 Tabla comparativa entre 3 AP Dual Band

Descripción	APWireless N300 Linksys Wap300n Dual Band 2.4 Y 5	AP Wireless N 3com Airconnect 9550 Dual Band Gigabit	APH3c Wireless Wa2620-agn Dual-radio 11a/b/g/n
Puerto Ethernet	1 Puerto LAN RJ45 Fast Ethernet 10/100 Mbps	1 puerto LAN RJ-45 Gigabit 10/100/1000 Mpbs	1 Puerto LAN RJ45 Fast Ethernet 10/100 Mbps
Estándares Wireless	IEEE 802.11 a/b/g/n	IEEE 802.11 a/b/g/n	IEEE 802.11a/b/g/n
Tecnología WiFi	Dual Band 2.4 y 5 GHz	Dual Band 2.4 y 5 GHz	Dual Band 2.4 y 5 GHz
Alimentación	-	Vía inyector PoE	-

Tabla comparativa, Fuente: http://synergy.soft-tronik.ru/docs/BDBinDoc.asp?download=1&Id=%7B85B63D23-02EF-4636-8FA8-A5B8F2E3E909%7D

Comparando los 3 AP, cumplen con los requerimientos, pero el que sobresale es AP Wireless N 3com Airconnect 9550 Dual Band Gigabit, que se acopla con los requerimientos de la red, como son:

- Estándares IEEE 802.11 = IEEE 802.11a/b/g/n
- Puerto Ehternet = LAN RJ-45 Gigabit 10/100/1000 Mpbs
- Alimentación = Vía inyector POE

4.1.2 AP Wireless N 3com Airconnect 9550 Dual Band Gigabit

Tabla 4. 4 AP Wireless N 3com Airconnect 9550 Dual Band Gigabit

Nombre	AP Wireless N 3com Airconnect 9550 Dual Band Gigabit
Características	

Puerto Ethernet	1 puerto LAN RJ-45 Gigabit 10/100/1000 Mpbs
Soporta	Power over Ethernet 802.3af
Alimentación	Vía inyector PoE
Antenas	3 antenas omni internas 2.4 y 5 GHz de 2dBi
Estándares Wireless	WiFi IEEE 802.11 a/b/g/n
Tecnología WiFi	Dual Band 2.4 y 5 GHz MIMO 3x3 simultánea
Velocidad Wireless	Hasta 300 Mbps
Seguridad	WPA-PSK, WPA/WPA2 Enterprise TKIP/AES, 802.1X
SSID	Soporta múltiples
Modos de trabajo	Access Point, WDS Bridge

AP Wireless N 3com, Fuente: http://synergy.soft-tronik.ru/docs/BDBinDoc.asp?download=1&Id= %7B85B63D23-02EF-4636-8FA8-A5B8F2E3E909%7D

4.1.3. Switch CISCO smb sg200-10fp admin l2 8 puertos gigabit Poe

Se ha seleccionado este switch de capa 2, debido al costo beneficio que brindará al diseño de la red WLAN, ya que en el mercado no hay equipos con estas características, específicamente equipos con 8 puertos.

Tabla 4. 5 Switch CISCO smb sg200-10fp admin l2 8 puertos gigabit Poe

Nombre	Switch CISCO smb sg200-10fp admin l2 8 puertos gigabit Poe
Características	
Equipo	Switch Administrable Capa 2 vía Web, CLI y SNMP
Puertos	8 Puertos Gigabit 10/100/1000 PoE + 2 Puertos Gigabit
Memoria	Memoria 128 MB y 16 MB de Flash

Conmutación	Capacidad de 20 Gbps
VLAN’S	Soporta hasta 256 VLAN’S simultáneamente
ACL	Lista de Control de Acceso
LACP	Protocolo de control de agregación de enlaces
STP/RSTP/MSTP	Protocolo Spanning Tree
VAC	Suministro de Energía Externa 100-240VAC

Switch Cisco capa 2. Fuente: https://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/switches/small-business-100-series-unmanaged-switches/data_sheet_c78-634369_Spanish.pdf

4.1.4. Switch CISCO smb sf302-08mpp adm l3 de 8 puertos 10/100 poe+

Se ha seleccionado este switch de capa 3, debido al costo beneficio que brindará al diseño de la red WLAN, ya que en el mercado no hay equipos con estas características, específicamente equipos con 8 puertos.

Tabla 4. 6 Switch CISCO smb sf302-08mpp adm l3 de 8 puertos 10/100 poe+

Nombre	Switch CISCO smb sf302-08mpp adm l3 de 8 puertos 10/100 poe+
Características	
Equipo	Switch Administrable Capa 2 via Web, CLI y SNMP
Estándar	IEEE 802.3, 802.3u, 802.3ab, 802.3x, 802.1q/p
Memoria	Memoria SDRAM 128 MB y Flash 16 MB
Conmutación	Capacidad de 5.6 Gbps
VLAN’S	Soporta hasta 4096 VLAN’S simultáneamente
ACL	Lista de Control de Acceso
LACP	Protocolo de control de agregación de enlaces

STP/RSTP/MSTP	Protocolo Spanning Tree
VAC	Suministro de Energía Externa 100-240VAC
Servidor	Servidor DHCP
Enrutamiento	Estático hasta 512 rutas

Switch Cisco capa 3. Fuente: https://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/switches/small-business-100-series-unmanaged-switches/data_sheet_c78-634369_Spanish.pdf

4.2. Equipos y materiales para la red WLAN

4.2.1 Ups cdp r-upr 1008 1000va 410w y regulador 8 tomas 120v

Tabla 4. 7 Ups cdp r-upr 1008 1000va 410w y regulador 8 tomas 120v

Nombre	Ups cdp r-upr 1008 1000va 410w y regulador 8 tomas 120v
Características	
Entrada	Voltaje: 120Vca
Frecuencia:	50/60Hz (Ajuste Automático)
Protección de Seguridad	Sobrecarga y protección de descarga
Tiempo Respaldo	30 minutos (1 PC)
Temperatura	Soporta 0°C – 40°C

Regulador de voltaje, Fuente: https://www.cdpups.com/Content_Elements/downloads/Catalogs/345-Catalogo%20R-UPR%201008%20120V%20Spa.pdf

4.2.2 Cable UTP Lógico exterior cat6 rollo 305m negro

Tabla 4. 8 Cable UTP Lógico exterior cat6 rollo 305m negro

	
Nombre	Cable UTP Lógico exterior cat6 rollo 305m negro
Características	
Material del Conductor	100% cobre sólido pulido
Aplicaciones	Soporta hasta 250 MHz de ancho de banda
Número de hilos	Tiene 8 hilos de cobre en código de colores
Certificaciones	ANSI/TIA/EIA-568 C.2, ISO/IEC 11801, UL, ETL
Resistencia máxima	Del conductor 7.32 ohm/100m

Cable UTP, Fuente: https://www.nexxtsolutions.com/infrastructure/ec_es_infra/cable-utp-cat6-en-bobina-tipo-lszh-gris

4.2.3 Conectores RJ 45 para CAT – 6

Tabla 4. 9 Conectores RJ 45 para CAT - 6

	
Nombre	Conectores RJ 45 para CAT – 6
Características	
Conector	RJ45 de 8 hilos para armar cables de red
Estilo del plug	8P8C de 50 micrones (estándar)
Color	Transparente
Cantidad	Paquete de 100 unidades
Trabaja	Con cat6

Conector RJ45 cat6. Fuente: https://www.nexxtsolutions.com/infrastructure/ec_es_infra/aw102nxt04

4.2.4. Gabinete de pared fijo y semi - ensamblado - 09U

Tabla 4. 10 Gabinete de pared fijo y semi-ensamblado - 09U

	
Nombre	Gabinete de pared fijo y semi-ensamblado - 09U
Características	
Tipo de estructura	Semi-ensamblado (SKD)
Tipo de montaje	De pared
Tipo de acceso	Fijo
Ángulos de Montaje	SPCC, 1,2mm de espesor
Espacio para Ventilación	Para dos ventiladores (un ventilador incluido)
Altura Exterior	497mm
Ancho Exterior	600mm
Profundidad exterior	600mm

Rack para equipo. Fuente: https://www.nexxtsolutions.com/infrastructure/ec_es_infra/pcrweskd09u60fxbk

4.2.5. Toma corriente doble polarizado plata

Tabla 4. 11 Toma corriente doble polarizado plata

	
Nombre	Toma corriente doble polarizado plata
Características	

Tensión nominal (VN)	125 / 250V~
Corriente nominal (IN)	15A
Contacto de conexión a tierra	Si

Toma corriente 3 patas, Fuente: https://celasa.com.gt/tienda/placas-y-tomas/armadura-doble-2pt-15a-125v-blanco-plata-eagle/

4.2.6. Enchufe adaptador u54 20A 125/250V tres patas multiservicios

Tabla 4. 12 Enchufe adaptador u54 20A 125/250V tres patas multiservicios

	
Nombre	Enchufe Adaptador U54 20a 125/250v Tres Patas Multiservicios
Características	
Resistencia	125/250v
Amperaje	20 Amperios

Enchufe adaptador Fuente: https://www.lacobacha.com.ec/producto/enchufe-adaptador-u54-20a-125250v-tres-patas-multiservicios/

4.2.7. Cable concéntrico sucre flex 3x14 por metro - Electrocables

Tabla 4. 13 Cable Concéntrico Sucre Flex 3x14 por metro- Electrocables

	
Nombre	Cable Concéntrico Sucre Flex 3x14 por metro- Electrocables
Características	
Tipo de Cable	Cables multipolares de cobre
Tipo de protección	cubierta protectora de poliamida (Nylon)

Cable Flex 3x14, Fuente: https://www.disensa.com.ec/cable-concentrico-sucre-flex--3x14-/p

4.3. Análisis económico

Realiza el presupuesto de los equipos y materiales a emplear en el diseño de la red WLAN.

4.3.1. Valores estimados de los equipos a emplear en la Tenencia Política

Tabla 4. 14 Valores estimados de los equipos a emplear en la Tenencia Política

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Total
UniFi AC Pro AP indoors or outdoors	1	99,76	99,76
AP Wireless N 3com Airconnect 9550 Dual Band Gigabit	1	199,99	199,99
Switch cisco smb sf302-08mpp adm l3 de 8 puertos 10/100 poe+	1	549,99	549,99
Ups cdp r-upr 1008 1000va 410w y regulador 8 tomas 120v	1	64,99	64,99
		Subtotal	914,73
		IVA 12%	109,76
		Total	1024,46

Valores estimados de los equipos a emplear en la Tenencia Política, Elaborado por: Byron Benítez

4.3.2. Valores estimados de los equipos a emplear en el parque Central

Tabla 4. 15 Valores estimados de los equipos a emplear en el Parque Central

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Total
AP Wireless N 3com Airconnect 9550 Dual Band Gigabit	2	199,99	399,98
Switch cisco smb sg200-10fp admin l2 8 puertos gigabit poe	1	549,99	549,99
Ups cdp r-upr 1008 1000va 410w y regulador 8 tomas 120v	1	64,99	64,99
Nexxt gabinete de pared 9u 19 (aw221nxt02) 60kg	1	250	250
		Subtotal	1264,96
		IVA 12%	151,79
		Total	1416,75

Valores estimados de los equipos a emplear en el Parque Central, Elaborado por: Byron Benítez

4.3.3. Valores estimados de los equipos a emplear en la Casa Comunal

Tabla 4. 16 Valores estimados de los equipos a emplear en la Casa Comunal

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Total
AP Wireless N 3com Airconnect 9550 Dual Band Gigabit	1	199,99	199,99
		Subtotal	199,99
		IVA 12%	23,99
		Total	223,98

Valores estimados de los equipos a emplear en la Casa Comunal, Elaborado por: Byron Benítez

4.3.4. Valores estimados de los equipos a emplear en la Presidencia

Tabla 4. 17 Valores estimados de los equipos a emplear en la Presidencia

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Total
AP Wireless N 3com Airconnect 9550 Dual Band Gigabit	1	199,99	199,99
		Subtotal	199,99
		IVA 12%	23,99
		Total	223,98

Valores estimados de los equipos a emplear en la Presidencia, Elaborado por: Byron Benítez

4.3.5. Valores estimados de los materiales a emplear en la Tenencia Política

Tabla 4. 18 Valores estimados de los materiales a emplear en la Tenencia Política

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Total
Cable Concéntrico Sucre Flex 3x14 por metro-Electrocables	10 m.	2,65	26,50
Ponchadora profesional para cable red rj45 /	1u.	6,75	6,75
Taladro eléctrico dewalt 1/2 dw-024-b3/106126	1u.	62	62
Juego de desarmador y dado 41pzs	1 u.	7	7
Cable utp lógico exterior cat6	80 m.	48,52	48,52

Conectores rj 45 para Cat – 6	10 u.	1,99	19,90
Toma corriente doble polarizado plata	1 u.	1,95	1,95
Enchufe Adaptador U54 20a 125/250v Tres Patas Multiservicios	1 u.	1,20	1,20
		Subtotal	173.82
		IVA 12%	20,85
		Total	194,67

Valores estimados de los materiales a emplear en la Tenencia Política, Elaborado por: Byron Benítez

4.3.6. Valores estimados de los materiales a emplear en el Parque Central

Tabla 4. 19 Valores estimados de los materiales a emplear en el Parque Central

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Total
Cable Concéntrico Sucre Flex 3x14 por metro-Electrocables	10 m.	2,65	26,50
Cable utp lógico exterior cat6	80 m.	48,52	48,52
Conectores rj 45 para Cat – 6	10 u.	1,99	19,90
Toma corriente doble polarizado plata	1 u.	1,95	1,95
Enchufe Adaptador U54 20a 125/250v Tres Patas Multiservicios	1 u.	1,20	1,20
		Subtotal	98.07
		IVA 12%	11,76
		Total	109,83

Valores estimados de los materiales a emplear en el Parque Central, Elaborado por: Byron Benítez

4.3.7. Valores estimados de los materiales a emplear en la casa Comunal

Tabla 4. 20 Valores estimados de los materiales a emplear en la Casa Comunal

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Total
Cable Concéntrico Sucre Flex 3x14 por metro-Electrocables	10 m.	2,65	26,50
Cable utp lógico exterior cat6	80 m.	48,52	48,52
Conectores rj 45 para Cat – 6	10 u.	1,99	19,90

Toma corriente doble polarizado plata	1 u.	1,95	1,95
Enchufe Adaptador U54 20a 125/250v	1 u.	1,20	1,20
		Subtotal	98.07
		IVA 12%	11,76
		Total	109,83

Valores estimados de los materiales a emplear en la Casa Comunal, Elaborado por: Byron Benítez

4.3.8. Valores estimados de los materiales a emplear en la Presidencia

Tabla 4. 21 Valores estimados de los materiales a emplear en la Presidencia

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Total
Cable Concéntrico Sucre Flex 3x14 por metro- Electrocables	10 m.	2,65	26,50
Cable utp lógico exterior cat6	80 m.	48,52	48,52
Conectores rj 45 para Cat - 6	10 u.	1,99	19,90
Toma corriente doble polarizado plata	1 u.	1,95	1,95
Enchufe Adaptador U54 20a 125/250v Tres Patas Multiservicios	1 u.	1,20	1,20
		Subtotal	98.07
		IVA 12%	11,76
		Total	109,83

Valores estimados de los materiales a emplear en la Presidencia, Elaborado por: Byron Benítez

Se obtiene un valor total tanto de equipos como materiales empleados, los mismos que servirán para el cálculo del VIR y VAR.

4.3.9. Valores totales de los equipos y materiales a emplear en el diseño

Tabla 4. 22 Valores Totales de los equipos y materiales a emplear en el diseño

Totales		
1024,46 + 1416,75 + 223,98 + 223,98	Equipos	2889,17
194,67 + 109,83 + 109,83 + 109,83	Materiales	524,16
	Total	3413,33

Valores Totales de los equipos y materiales a emplear en el diseño, Elaborado por: Byron Benítez

Obteniendo los valores totales tanto de los equipos como de los materiales a emplear en el diseño con una valor de $3413,33, agregándole un valor adicional de $86,67, para gastos de improvistos lo que se tiene un valor total de $3500, se debe realizar un análisis de costos mediante el TIR y el VAN.

4.4. Valores del VAN y TIR para el diseño establecido

"El VAN es la ganancia que genera un proyecto de inversión, una vez actualizadas todas las entradas y salidas de fondos". (YIREPA, 2019)

4.4.1 Calcular el VAN

Para calcular los valores del VAN, se emplea la siguiente fórmula. (YIREPA, 2019)

$$\text{VAN} = -\text{A} + \frac{\text{Q}_1}{(1+\text{k})^1} + \frac{\text{Q}_\text{n}}{(1+\text{k})^\text{n}} \qquad \text{Ec. (4.1)}$$

Donde:

A = Será el valor inicial de la inversión.

$Q_1 \ldots \ldots . Q_n$ = Serán los valores de flujo de caja para cada año.

k = Será la tasa de descuento de la rentabilidad de la inversión.

n = Será el número de años en el que se pretende recuperar.

Con la siguiente fórmula se va a calcular el VAN del presupuesto total del proyecto, el mismo tiene una proyección a un año.

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1+k)^1}$$

A = $3500

Dado Q_1, será el flujo de caja; es el encargado de registrar los ingresos, para verificar la viabilidad de dicho proyecto.

Como ingresos (Patrocinios) tenemos:

Autoridades de la Parroquia Lloa = $ 1500

Municipio Metropolitano de Quito = $ 2300

Se tendría un monto de $3800, al año.

Q_1 = \$3800

k = 5%

n = 1

$$\text{VAN} = -3500 + \frac{3800}{(1+0{,}05)^1}$$

$\text{VAN} = -3500 + 3619{,}047$

$\mathbf{VAN = 119{,}047}$

Este valor es bueno, ya que en un año de inversión se recuperará \$ 119,047.

"La TIR es una tasa anual que mide los rendimientos generados por una inversión en un período de tiempo determinado." (YIREPA, 2019)

4.4.2 Calcular la TIR

Para calcular los valores del TIR, se emplea la siguiente ecuación. (YIREPA, 2019)

$$0 = -A + \frac{Q_1}{(1+K)^1} + \cdots + \frac{Q_n}{(1+K)^n} \qquad \text{Ec. (4.2)}$$

Donde:

VAN = Será el valor igual 0 (La TIR lo iguala al VAN a cero.)

A = Será el valor inicial de la inversión.

$Q_1, \ldots, Q_n$ = Serán los valores de flujo de caja para cada año.

K = Será el valor del TIR

n = Será el número de años que se pretende recuperar

En la siguiente fórmula, para obtener el valor del TIR, que viene siendo k, se debe despejar esa incógnita para saber el valor, al VAN se iguala a 0.

$$\text{VAN} = -A + \frac{Q_1}{(1+K)^1}$$

$$0 = -A + \frac{Q_1}{(1+K)^1}$$

$$\mathrm{k} = \frac{Q_1}{\mathrm{A}} - 1$$

$$\mathrm{k} = \frac{3800}{3500} - 1$$

k = 0,0579

TIR = 5,79%

Como el valor la TIR es positivo, esto quiere decir que el proyecto es rentable, por lo tanto, es confiable para realizar la inversión.

CONCLUSIONES

No existe una red WLAN (Wireless Local Area Network), para el uso de la comunidad en general, pero se tiene un 96% de los usuarios que utilizan una red LAN (Local Area Network), estos datos fueron obtenidos mediante la encuesta de campo que se realizó en el sector; la Tenencia Política específicamente, tiene un plan contratado de internet con el proveedor CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) con un AB (Ancho de banda) de 2 Mbps.

Se determinó el rango de cobertura que envuelve al Parque Central de Lloa, con la ayuda del ICS Telecom; utilizando los cálculos realizados por la zona de Fresnel; se constata que hay línea de vista entre los 2 puntos establecidos (Parque Central – Tenencia Política), lo que confirma que se puede generar el enlace inalámbrico; mediante el análisis de las configuraciones, mediciones, cálculos y la simulación realizada.

Con los cálculos realizados se determinó que se necesita un AB = 5 Mbps, considerando un posible incremento significativo de usuarios, se debería contratar un plan de internet de 10 Mbps, para contrarrestar, saturación, intermitencia, pérdidas de paquetes; permitiendo una conectividad alta entre los dispositivos móviles y el diseño red WLAN que se está proponiendo.

Con los ingresos obtenidos mediante los equipos y materiales que llegan a un total de $ 3500 dólares americanos y con unos ingresos (flujo de caja) de $ 3800 al año; se obtiene un VAN con una ganancia de $ 119,047, para el primer año de inversión y la TIR da un valor positivo 5,79%, se determina que el proyecto es viable y confiable.

RECOMENDACIONES

Para eventos de gran importancia dentro de la comuna sobre todo en las fiestas de cantonización se debe tener un control con el ancho de banda ya que un aumento considerable de los residentes del sector con sus dispositivos electrónicos podría saturar la red, se requiere un método de encriptación siendo el más actual, moderno y seguro WPA2-AES.

Para extender o ampliar el rango de cobertura a otros sitios de la parroquia se necesitaría colocar más AP's dependiendo del rango que se requiera cubrir, tomando en cuenta que se deberá adquirir un aumento de ancho de banda para que la red tenga un servicio de calidad.

Para tener a la red inalámbrica eficiente y operativa se debería realizar un mantenimiento pasado los 6 meses después de estar funcionando ya que los equipos estarán en la intemperie, factores como el polvo, lluvia, sol, pueden ocasionar daños en el funcionamiento y en el peor de los casos con el daño permanente.

Se debe contratar un plan de 10 Mbps o más, para solventar las necesidades de los usuarios promedios que se encontrarán en los sitios establecidos, con el fin de que la red WLAN no tenga problemas de saturación y conectividad siendo lo más relevante entre la web y los dispositivos electrónicos (Smartphones, laptops, etc.), brindando un servicio de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, A. (02 de 01 de 2010). *Como determinar/calcular el ancho de banda para un enlace*. Obtenido de Blog.acostasite.com: https://blog.acostasite.com/2010/01/como-determinarcalcular-el-ancho-de.html

YIREPA. (2019). Obtenido de Finanzas, Proyectos de inversiones, Análisis Financiero: http://yirepa.es/

[Spanish] SurveyMonkey. (2019). Obtenido de Calcular el tamaño de la muestra: entender el tamaño de la muestra | SurveyMonkey: https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/

Asimane, A. (2014). *Windows Server 2012 R2 Configuración de servicios avanzados: Preparación para la certificación MCSA.* Barcelona: Ediciones ENI.

Briceño, A. (2014). *Calculo de Cobertura.* Obtenido de https://es.calameo.com/read/00346469596e83f27a77b

Buonocore, D. (1980). *Diccionario de la Bibliotecología.* Buenos Aires, Argentina: Marymar.

CNT, C. N. (2014). *CNT*. Obtenido de https://www.cnt.gob.ec/internet/plan/internet-banda-ancha-hogar/

Dordoigne, J. (2018). *Redes informáticas.* Cornellá de Llobregat, Barcelona: ENI.

FUENTE DE INVESTIGACIÓN SECUNDARIA. (2019). Obtenido de Diccionarioempresarial.wolterskluwer.es.: http://diccionarioempresarial.wolterskluwer.es/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAAAAAAEAMtMSbF1jTAAASNjSzMLtbLUouLM_DxbIwMDS0NDA1OQQGZapUt-ckhlQaptWmJOcSoAAlN4pDUAAAA=WKE

Ghe. Voinea, J. (2012). *Redes de Comunicaciones. Administración y gestión.* Almeria: Fylred Radiocomunicaciones.

Hernando Rábanos, J. M., Riera Salís, J. M., & Mendo, L. (2013). *Transmisión por Radio.* España: Editorial Universitaria Ramón Areces.

Lloa. (22 de febrero de 2011). *Parroquia Lloa.* Obtenido de http://parroquialloa.blogspot.com/2011/02/lloa-informacion-general.html

Marketing-xxi.com. (2019). Obtenido de Concepto de investigación de mercados | Marketing XXI : https://www.marketing-xxi.com/concepto-de-investigacion-de-mercados-23.htm

Molina, F. (20 de septiembre de 2018). *Cálculos primera zona de fresnel - Francisco Molina*. Obtenido de Francisco Molina: https://www.franciscomolina.cl/calculos-primera-zona-de-fresnel/

Pellerejo, I., Andreu, F., & Lesta, A. (2006). *Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes WLAN. De la teoría a la práctica.* Barcelona: MARCOMOBO S.A.

Peña Basurto, M. A., & Cela Espín, J. M. (2000). *Introducción a la programación en C.* Barcelona: Edicions UPC.

Psyma.com. (2015). Obtenido de ¿Cómo determinar el tamaño de una muestra? » Psyma: https://www.psyma.com/company/news/message/como-determinar-el-tamano-de-una-muestra

Shaw, K. (03 de 02 de 2018). *802.11: estándares de Wi-Fi y velocidades*. Obtenido de Networkworld.es: https://www.networkworld.es/wifi/80211-estandares-de-wifi-y-velocidades

ANEXOS

ANEXO A

Preguntas de Encuesta

Datos Básicos

Sexo	
Edad	
Nivel de estudios	

¿Utiliza usted internet?

SI	
NO	

Donde puede acceder a internet

HOGAR	
CYBER Alquiler computadora	
Otros	Especifique

En caso de tener internet desde su hogar, cuál es el tipo de red utilizada

LAN	
WIFI	
Otras	

Le gustaría contar con internet inalámbrico en los principales sectores de la parroquia

SI	
NO	

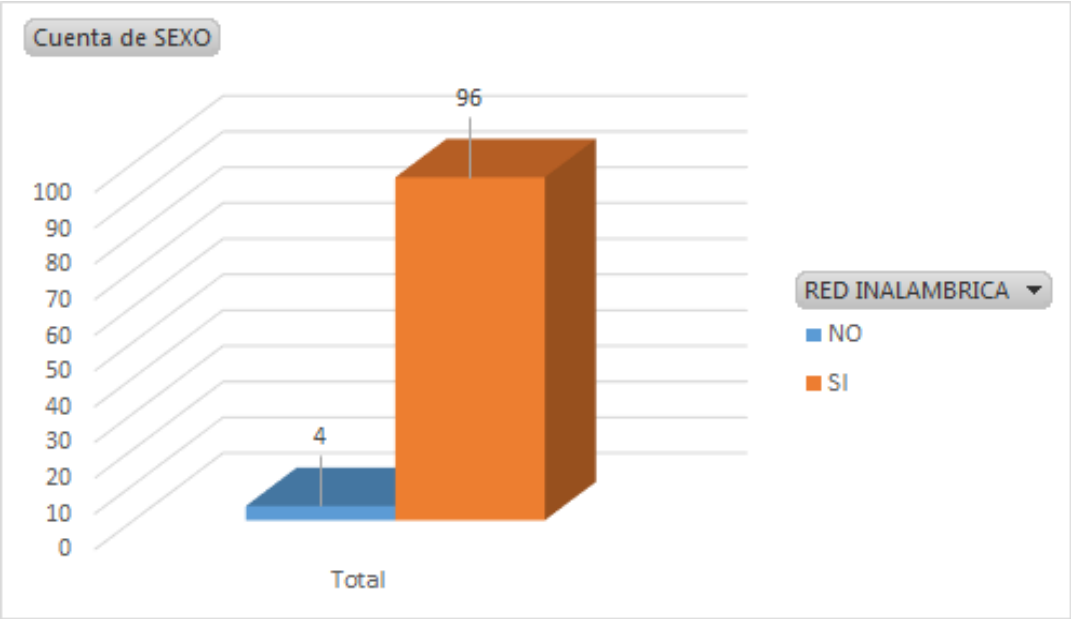
Para qué requiere usar internet

ANEXO A1

TABULACION DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS EN EL SECTOR DEL PARQUE CENTRAL Y SUS AL REDEDORES:

Estos son los resultados que se obtuvo.

a. ¿Utiliza usted internet?

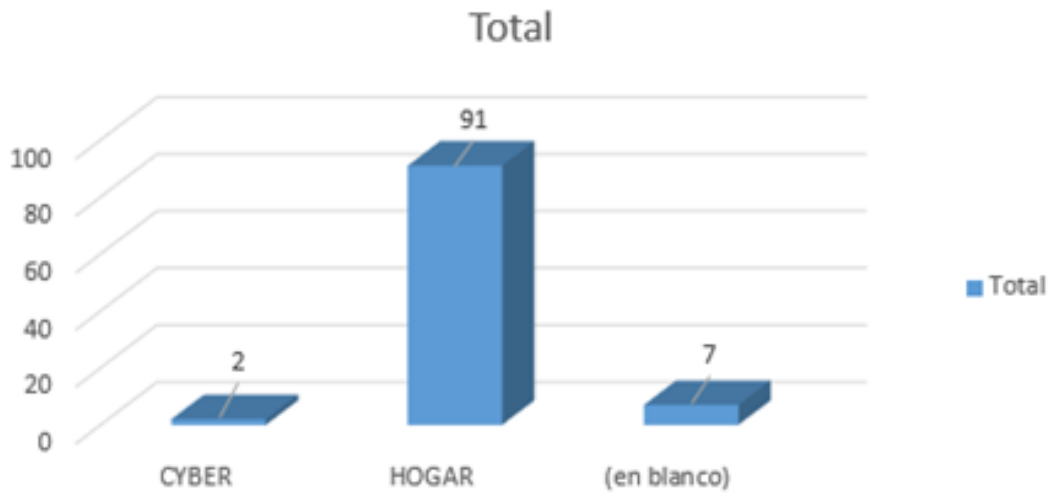


El 96% de las personas encuestadas SI utilizan internet

EDAD	De 10 - 20	%	De 21 - 30	%	De 31 - 40	%	De 41 - 50	%	Más de 50	%
NO		0%		0%	2	13%	1	7%	4	31%
SI	37	100%	20	100%	14	88%	13	93%	9	69%
Total general	**37**	**100%**	**20**	**100%**	**16**	**100%**	**14**	**100%**	**13**	**100%**

ANEXO A2

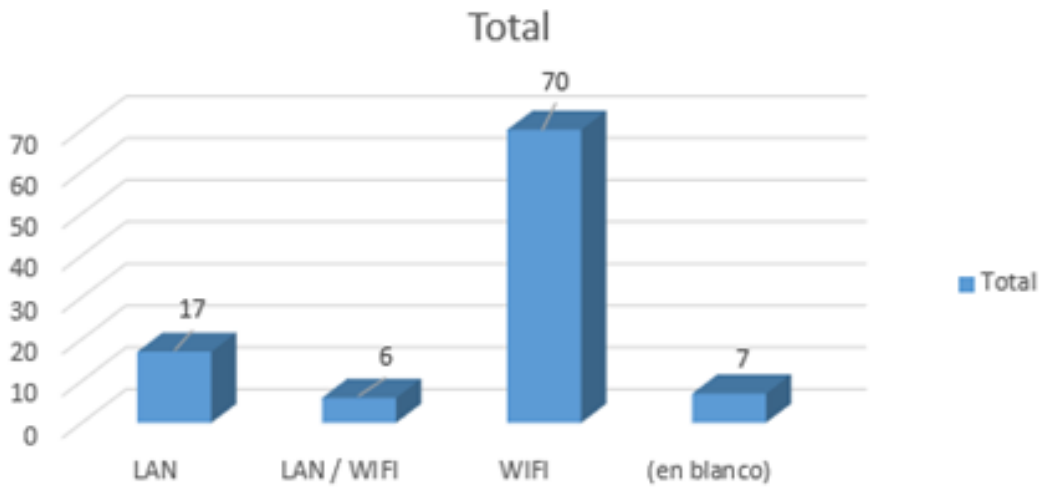
b. ¿Dónde puede acceder a internet?



En el AnexoA2, el 91 % de las personas acceden al internet en su hogar, 2 % lo hacen mediante cybers y finalmente el 7 % no lo hacen.

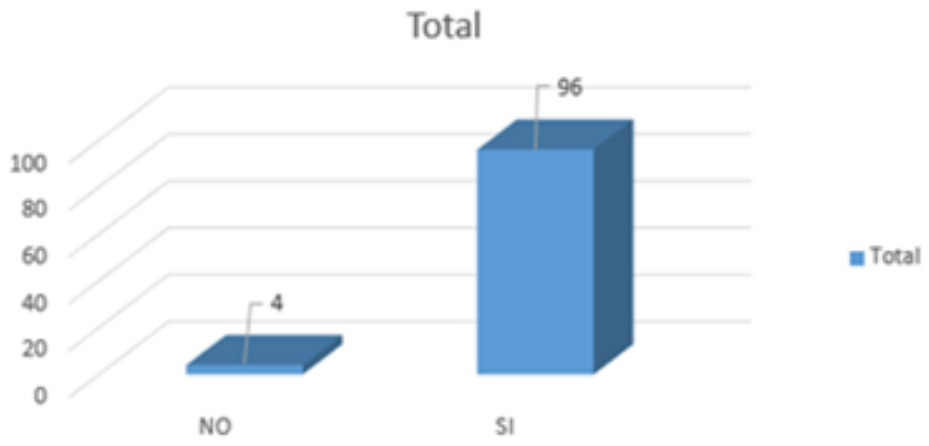
ANEXO A3

c. ***En caso de tener internet desde su hogar, cuál es el tipo de red utilizada?***



ANEXO A4

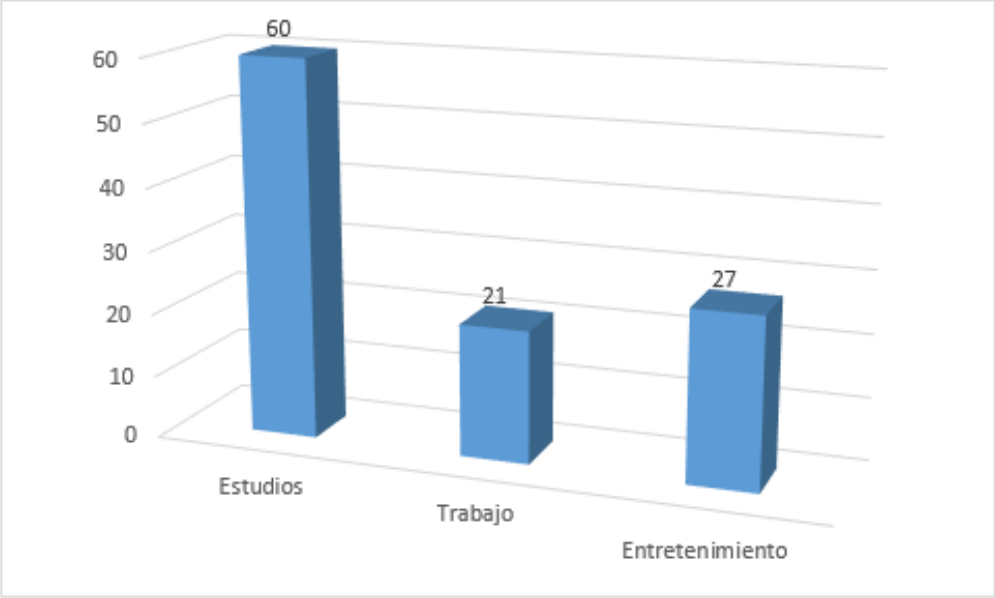
d. ¿Le gustaría contar con internet inalámbrico en los principales sectores de la parroquia?



Como se observa en el AnexoA4, el 96 % de las personas encuestadas desean tener internet inalámbrico principalmente en el Parque Central de Lloa y solamente el 4 % de ellas dijeron que no están interesadas.

ANEXO A5

e. Para qué requiere usar internet



En AnexoA5, se analiza que el uso de internet es para realizar sus tareas académicas e investigaciones con el 53 %, 17% para trabajos, y los demás entre estudios y entretenimiento.

ANEXO B

NanoBeam ac | Datasheet

Specifications

NBE-5AC-16					
Dimensions	140 x 140 x 54 mm (5.51 x 5.51 x 2.13")				
Weight	0.320 kg (0.71 lb)				
Power Supply	24V, 0.5A Gigabit PoE				
Max. Power Consumption	6W				
Operating Frequency	Worldwide	USA: U-NII-1	USA: U-NII-2A	USA: U-NII-2C	USA: U-NII-3
	5150 - 5875 MHz	5150 - 5250 MHz*	5250 - 5350 MHz*	5470 - 5725 MHz*	5725 - 5850 MHz*
Gain	16 dBi				
Networking Interface	(1) 10/100/1000 Ethernet Port				
Processor Specs	Atheros MIPS 74Kc, 533 MHz				
Memory	64 MB DDR2, 8 MB Flash				
LEDs	(1) Power, (1) LAN, (4) WLAN				
Signal Strength LEDs	Software-Adjustable to Correspond to Custom RSSI Levels				
Max. VSWR	1.5:1				
Channel Sizes	PtP Mode		PtMP Mode		
	10/20/30/40/50/60/80 MHz		10/20/30/40 MHz		
Polarization	Dual Linear				
Enclosure	Outdoor UV Stabilized Plastic				
Mounting	Pole-Mount (Kit Included), Wall-Mount				
Wind Loading	21.4 N @ 200 km/h (4.8 lbf @ 125 mph)				
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)				
ESD/EMP Protection	Air: ± 24 kV, Contact: ± 24 kV				
Operating Temperature	-40 to 70° C (-40 to 158° F)				
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing				
Wireless Approvals	FCC, IC, CE				
RoHS Compliance	Yes				
Salt Fog Test	IEC 68-2-11 (ASTM B117), Equivalent: MIL-STD-810 G Method 509.5				
Vibration Test	IEC 68-2-6				
Temperature Shock Test	IEC 68-2-14				
UV Test	IEC 68-2-5 at 40° C (104° F), Equivalent: ETS 300 019-1-4				
Wind-Driven Rain Test	ETS 300 019-1-4, Equivalent: MIL-STD-810 G Method 506.5				

NBE-5AC-16 Output Power: 24 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
airMAX ac	1x BPSK (½)	24 dBm	± 2 dB	airMAX ac	1x BPSK (½)	-96 dBm	± 2 dB
	2x QPSK (½)	24 dBm	± 2 dB		2x QPSK (½)	-95 dBm	± 2 dB
	2x QPSK (¾)	24 dBm	± 2 dB		2x QPSK (¾)	-92 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (½)	24 dBm	± 2 dB		4x 16QAM (½)	-90 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (¾)	24 dBm	± 2 dB		4x 16QAM (¾)	-86 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (⅔)	23 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (⅔)	-83 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (¾)	22 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (¾)	-77 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (⅚)	21 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (⅚)	-74 dBm	± 2 dB
	8x 256QAM (¾)	20 dBm	± 2 dB		8x 256QAM (¾)	-69 dBm	± 2 dB
	8x 256QAM (⅚)	19 dBm	± 2 dB		8x 256QAM (⅚)	-65 dBm	± 2 dB

* Some frequencies may require activation; visit: **https://www.ubnt.com/fcclabelrequest**

ANEXO C

Ministerio del Interior

Lloa, 13 de septiembre del 2017

Señores

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO-CAMPUS SUR

CARRERA INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Presente.

De mis consideraciones:

Yo. - Fernando Montalvo Teniente Político de la Parroquia Rural Lloa, perteneciente al Distrito Metropolitano de Quito, apruebo el patrocinio para realizar un estudio técnico del diseño de una red inalámbrica que permita a la población de la parroquia Lloa, acceder al servicio de internet; al señor Byron Benítez con Cédula de Ciudadanía N.- 1718011065.

El patrocinio mencionado consiste básicamente de mi persona, a disponer de la información técnica que como persona natural pueda proporcionar para el cumplimiento del proyecto.

La información obtenida será utilizada para la elaboración del proyecto técnico **"Diseño de una red WLAN para entregar servicio de internet a la Parroquia Rural Lloa de la ciudad de Quito".**

Atentamente

Mgs. Fernando Montalvo

TENIENTE POLÍTICO DE LLOA

Telf. 3816-056

TENENCIA POLITICA DE LLOA

República del Ecuador

Dirección: Benalcázar N4-24 y Espejo
Telefax: (593) 02 2955-666
www.ministeriodelinterior.gob.ec

ANEXO D

Detección de Problemas

Problema	Posible Causa	Pasos a Tomar
El UPS no se enciende	El voltaje de la batería es menor a 10VCD	Recargue la batería del UPS
	Fallo de tarjeta	Llame para obtener servicio
El UPS siempre esta en modo batería	El cordón eléctrico está flojo	Inserte bien el cable
	Breaker abierto	Restablezca el Breaker
	La tensión eléctrica es muy alta, muy baja o ha fallado	La condición es normal
	Fallo de placa	Llame para obtener servicio
El tiempo de autonomía es demasiado corto	La batería no esta totalmente cargada	Recargue la batería durante 6 horas por lo menos
	Fallo de tarjeta	Llame para obtener servicio
La alarma suena constantemente	Sobre carga en operación normal	Quite algunas cargas y vuelva a encender el UPS
	Sobre carga en el modo de batería	Quitar algunas cargas
	Desgaste de la batería	Cargue la batería

Especificaciones Técnicas

Modelo		R-UPR508	R-UPR758	R-UPR1008
Capacidad		500/250W	750/375W	1000/500W
Entrada	Voltaje	120Vca		
	Rango del Voltaje	80-145Vca		
		Sistema 120V: 80Vca-145Vca		
	Corriente Maxima	5.6A/672W	8A/960W	10A/1200W
	Frecuencia	50Hz o 60Hz (Ajuste Automático)		
Salida	Modo de Regulación de Voltaje (CA)	120Vca		
	Frecuencia	50Hz o 60Hz +/- 1Hz		
	Forma de Onda	Onda Senoidal Simulada		
	Tiempo de Transferencia	2ms (Tipico)		
	Tipo de Salidas Nema 5-15R	4 Con Regulación + 4 Con Supresor de Picos		
	Breaker	5.6A Max.	8A Max.	10A Max.
Batería	Voltaje	12VDC		
	Tipo	12V/5.6AH 1pza.	12V/7AH 1pza.	12V/9AH 1pza.
	Tiempo de Recarga	4hr a 90% después de completar la recarga		
	Protección	Protección contra Sobrecarga y Protección Contra Sobredescarga		
	Tiempo de Respaldo	15 Minutos	30 Minutos	40 Minutos
Alarma	Indicador de Modo de Batería	Dos Tonos Cortos cada 8 segundos		
	Batería Baja	Cuatro Tonos cada Segundo		
	Sobre carga	Zumbido Continuo		
	Falla	Pitido Continuo		
Funciones	Reinicio Automático	si		
	Silenciar Alarma	si		
	Indicador de Modo de Carga	si		
	Protección contra Corto Circuito	si		
	Supresor de Picos	300 Joules		
Ambiente	Temperatura	0°C - 40°C		
	Humedad	0 - 95% (sin condensación)		
	Dimensiones	300*95*140		

*Calculado con una PC básico y monitor de 15'LCD. Tiempos aproximados.
**Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.
***Unidad diseñada para ser usada con computadoras. No se recomienda para uso con cargas lineales.

3

ANEXO E

Tabla de rendimiento RF del AP Cisco WAP351 Wireless-N (VALORES ESTANDAR)

Tabla 2. Tabla de rendimiento de RF del punto de acceso Cisco WAP351 Wireless-N

	Potencia máxima de transmisión (dBm) Por cadena	Sensibilidad del receptor (dBm) Por cadena
2,4 GHz – 802.11b		
1 Mbps	17,0 +/- 1,5	-91,0
11 Mbps	17,0 +/- 1,5	-89,0
2,4 GHz – 802.11g		
6 Mbps	17,0 +/- 1,5	-93,0
54 Mbps	15,0 +/- 1,5	-75,0
2,4 GHz – 802.11n HT20		
MCS0/8	17,0 +/- 1,5	-90,0
MCS7/15	14,0 +/- 1,5	-72,0
2,4 GHz – 802.11n HT40		
MCS0/8	15,0 +/- 1,5	-88,0
MCS7/15	13,0 +/- 1,5	-69,0
5 GHz – 802,11a		
6 Mbps	17,0 +/- 1,5	-91.0
54 Mbps	13,0 +/- 1,5	-73,0
5 GHz – 802.11n HT20		
MCS0/8	16,0 +/- 1,5	-89,0
MCS7/15	12,0 +/- 1,5	-71,0
5 GHz – 802.11n HT40		
MCS0/8	14,0 +/- 1,5	-86,0
MCS7/15	11,0 +/- 1,5	-67,0

ANEXO F

CALCULO PEER TO PEER TENENCIA POLÍTICA - PARQUE CENTRAL

DATOS			RESULTADOS	
Potencia TX [w]=	0,39		Potencia TX [dBm]=	25,91
Att. Cable [dB/100m]=	0		Att. Cable en Tx [dB]=	0,00
Long. De cable en Tx [m]=	0			
Ganancia Ant. TX [dBd]=	0,85		Ganancia Ant. Tx [dBi]=	3,00
Frecuencia [MHz]=	5000		Att. Atmósfera [dB]	-84,39
Distancia [Km]=	0,0795			
Ganancia Ant. RX [dBd]=	13,85		Ganancia Ant. Rx [dBi]=	16,00
Att. Cable [dB/100m]=	0		Att. Cable en Rx [dB]=	0,00
Long. De cable en Rx [m]=	0			
			Nivel de Rx [dBm]=	-39,48
Umbral de Rx [dBm]=	-67		Umbral de Rx [dBm]=	-67,00
			Margen [dB]=	27,52

ANEXO G

FEATURES AND BENEFITS

FLEXIBLE HIGH-SPEED CONNECTIVITY

Multiple-Input Multiple-Output (MIMO)	Advanced MIMO technology provides enhanced wireless range and coverage area for improved roaming and ubiquity
Internal antennas	Three built-in antennas per radio allow a compact and aesthetic design that is ideal for wall-mounting in professional office spaces
Support for external antennas	Three R-SMA connectors allow you to add optional external antennas for increased range in bridging applications
WiFi Multimedia (WMM®) support	Improves the user experience for audio, video and voice applications
Wi-Fi CERTIFIED	a'/b/g/n certification helps ensure interoperability with Wi-Fi CERTIFIED products from other vendors
High-speed 802.11 standards support	Support for 802.11n Draft 2.0 provides the highest possible wireless speeds Provides complete access to 2.4 and 5' GHz IEEE 802.11a'/b/g and 802.11n Draft 2.0 wireless networks
Backward compatible with 11b/g users	Supports high speeds while protecting existing investments

ROBUST SECURITY FEATURES

IEEE 802.1X network access control	IEEE 802.1X network access control and EAP authentication provide the latest, most effective authentication techniques to help thwart intruders and simplify network management
WPA2/WPA™ (Wi-Fi Protected Access) and WEP (Wired Equivalent Privacy)	Supports advanced 128-bit WPA/WPA2 encryption, and 40-/64- and 128-bit WEP encryption for legacy wireless clients
Multiple SSID support with SSID isolation	Create SSIDs with specific settings for each group of wireless users to segment traffic; SSIDs can be bridged together or isolated
MAC address access control	Filters MAC addresses on devices so that only trusted clients gain access to the WLAN
802.1Q VLAN support	Groups users according to data or traffic requirements to segment traffic flow based on business priorities.

INSTALLATION AND MANAGEMENT EASE

Web browser-based administration	Familiar browser interface lets you configure and manage APs from anywhere on the network; preset defaults simplify setup and operation
Access point discovery utility	Automatically discovers AP devices to simplify configuration and management (PCs with Windows based operating systems only).
PoE support	Expands installation options by eliminating the need for power adapters and AC outlets for APs
WDS bridging	Access points can function as bridges to join LAN segments and support point-to-point or point-to-multipoint configuration modes
SNMP support	Enables the AP to be centrally managed by popular standards-based network management applications using SNMP v1 and v2c
Syslog support	Enables the access point to be centrally monitored by sending data to the network Syslog server
Multiple mounting options	The access point can be mounted in any of three convenient manners: wall-mount, desktop mount or ceiling mount

ANEXO F

Característica	Descripción
Switching de capa 2	
Protocolo de árbol de extensión (STP)	Compatibilidad con el estándar 802.1d Árbol de expansión Convergencia rápida mediante 802.1w (árbol de expansión rápida [RSTP]) activada en forma predeterminada 8 instancias compatibles Instancias de árbol de extensión múltiple mediante 802.1s (MSTP)
Agrupación de puertos	Compatibilidad con protocolo de control de agregación de enlaces (LACP) versión IEEE 802.3ad • Hasta 8 grupos • Hasta 8 puertos por grupo con 16 posibles puertos por cada agregación (dinámica) de enlaces 802.3ad
VLAN	Admite un máximo de 4096 VLAN simultáneas: VLAN basadas en puerto, en etiquetas 802.1Q y en MAC VLAN de administración Perímetro de VLAN privada (PVE), también conocido como puertos protegidos, con varios uplinks VLAN para usuarios temporales VLAN sin autenticación Asignación de VLAN dinámica por medio del servidor Radius junto con autenticación de cliente 802.1x VLAN CPE
VLAN de voz	El tráfico de voz se asigna automáticamente a una VLAN específica de voz y se trata con los niveles apropiados de QoS. Las capacidades de voz automáticas proporcionan implementación sin intervención, en toda la red, de los terminales de voz y dispositivos de control de llamadas.
VLAN de multidifusión TV	VLAN de multidifusión TV permite que VLAN de multidifusión única se comparta en la red mientras los suscriptores permanecen en VLAN separadas (también conocidas como registro VLAN de multidifusión -MVR-)
VLAN Q-in-Q	Las VLAN cruzan en forma transparente una red de proveedor de servicios mientras aíslan el tráfico entre los clientes
Protocolo genérico de registro de la VLAN (GVRP)/Protocolo genérico del registro de atributos (GARP)	Protocolos para propagación y configuración automática de VLAN en un dominio de puente
Detección de enlace unidireccional (UDLD)	UDLD supervisa la conexión física para detectar enlaces unidireccionales que se generaron debido al cableado incorrecto o a fallas en los puertos o cables, para prevenir bucles de reenvío o agujeros negros de tráfico en redes conmutadas.
Retransmisión de protocolo de configuración dinámica de host (DHCP) en capa 2	Retransmisión de tráfico DHCP a servidor DHCP en otra VLAN. Funciona con la opción 82 de DHCP
Detección del protocolo de administración de grupos de Internet (IGMP) versiones 1, 2 y 3	IGMP limita el tráfico multidifusión de uso intensivo del ancho de banda únicamente a los solicitantes; admite 1000 grupos de multidifusión (también se admite la multidifusión específica del origen)
Función de consulta de IGMP	La función de consulta de IGMP sirve para admitir un dominio de multidifusión de capa 2 de switches de detección ante la falta de un router de multidifusión.
Bloqueo de cabecera (HOL)	Prevención de bloqueo HOL
Tramas gigantes	Hasta 9K (9216) bytes
Capa 3	
Routing IPv4	Routing de paquetes IPv4 a velocidad de cable Hasta 512 rutas estáticas y 128 interfaces IP
Routing entre dominios sin clase (CIDR)	Soporte para CIDR
Interfaz de capa 3	Configuración de la interfaz de capa 3 en el puerto físico, LAG, interfaz de VLAN o interfaz de bucle invertido
Retransmisión DHCP en capa 3	Retransmisión de tráfico DHCP en dominios IP
Retransmisión de protocolo de datagramas de usuario (UDP)	Retransmisión de información de difusión en dominios de capa 3 para la detección de aplicaciones o la retransmisión de paquetes BootP/DHCP
Servidor DHCP	El switch funciona como un servidor DHCP IPv4 que presta servicio a las direcciones IP para varios conjuntos/ámbitos de DHCP Compatible con opciones de DHCP
Seguridad	

ANEXO H

Función	Descripción		
	SF200-24P	6,55	8,8
	SF200-24FP	6,55	8,8
	SF200-48	10,12	13,6
	SF200-48P	10,12	13,6
	SG200-08	11,9	13,6
	SG200-08P	11,9	13,6
	SG200-10FP	14,88	20,0
	SG200-18	26,78	36
	SG200-26	38,69	52
	SG200-26P	38,69	52
	SG200-26FP	38,69	52
	SG200-50	74,41	100
	SG200-50P	74,41	100
	SG200-50FP	74,41	100
Switching de capa 2			
Protocolo de árbol de expansión (STP)	Compatibilidad con STP según estándar 802.1d Convergencia rápida mediante 802.1w (árbol de expansión rápida [RSTP]) activada en forma predeterminada		
Agrupación de puertos	Compatibilidad con protocolo de control de agregación de enlaces (LACP) versión IEEE 802.3ad • Hasta 4 grupos • Hasta 8 puertos por grupo con 16 posibles puertos por cada agregación (dinámica) de enlaces 802.3ad		
VLAN	Compatibilidad con hasta 256 VLAN simultáneas (de 4096 ID de VLAN). 16 VLAN compatibles en SG200-08 y SG200-08P VLAN basadas en puertos y en etiquetas 802.1Q		
VLAN de voz	El tráfico de voz se asigna automáticamente a una VLAN específica de voz y se trata con los niveles apropiados de QoS		
Detección de protocolo de administración de grupos de Internet (IGMP) versiones 1 y 2	El IGMP limita el tráfico de multidifusión de uso intensivo del ancho de banda a únicamente los solicitantes; admite 256 grupos de multidifusión		
Bloqueo de cabecera (HOL)	Prevención de bloqueo HOL		
Seguridad			
IEEE 802.1X (función de Autenticador)	Autenticación 802.1X: RADIUS, algoritmo hash MD5		
Seguridad de puertos	Bloquea las direcciones MAC de los puertos y limita la cantidad de direcciones MAC detectadas		
Control de tormentas	Difusión, multidifusión y unidifusión desconocida		
Prevención de denegación de servicio (DoS)	Prevención de ataque de DoS		
Calidad de servicio			
Niveles de prioridad	4 colas de hardware		
Programación	Prioridad estricta y operación por turnos ponderada (WRR) Asignación de colas en base a punto de código de servicios diferenciados (DSCP) y clase de servicio (802.1p/CoS)		
Clase de servicio	Basada en puertos, 802.1p VLAN basada en prioridad, prioridad IP/tipo de servicio (ToS) IPv4/v6 /basada en DSCP, servicios diferenciados (DiffServ)		
Limitación de velocidad	Vigilantes de tráfico entrante, por VLAN y por puerto		
Estándares			